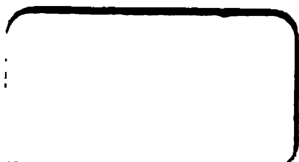






COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics*, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 8 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois.—Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
rue Racine, 28, près de l'Odéon.

DESCRIPTION ET ANALYSES

De quelques espèces minérales trouvées au Chili;

Par M. IGNACE DOMEYKO, Professeur de minéralogie et de géologie au collége de Coquimbo (Chili).

ARSÉNIURES DE CUIVRE.

La grande masse de minerais de cuivre du Chili qu'on traite pour cuivre dans ce pays, ou qu'on exporte en Angleterre, ne contient pas d'arsenic ni d'antimoine. Presque tous ces minerais proviennent des mines qui ne sont pas éloignées de la mer, et qui se trouvent dans des masses dioritiques ou porphyroïdes qui soulèvent un terrain secondaire stratifié. La hauteur à laquelle affleurent les filons de ces mines dépasse rarement 1000 mètres au-dessus du niveau de l'Océan. Mais indépendamment de cette première chaîne de filons cuivreux, il en existe une seconde beaucoup plus rapprochée du centre des Cordillières et dont les affleurements s'élèvent quelquefois à plus de 2000 mètres. Leur gisement est déjà dans le même terrain secondaire stratifié auquel se rapportent les mines d'argent : les roches sont presque toujours des porphyres stratifiés alternant avec des brèches et schistes porphyroïdes ; et tandis que les minerais de la chaîne de filons de la côte ne produisent que Gisement.

Des minerais de cuivre oxygénés, cuivre natif, cuivres panachés et pyriteux, minerais oxysulfurés, or natif, fer spéculaire, gangues argileuses, amphibole fibreux, etc.;

les minerais des filons plus élevés, appartenant au terrain stratifié, consistent :

En cuivres gris antimonifères / arsénifères } argentifères ;

En sulfures doubles de cuivre et d'argent, blendes et galènes argentifères, gangues : spath perlé, quartz, etc.

C'est aussi dans cette dernière chaîne de filons que se trouve l'arséniure de cuivre, soit pur, soit mélangé de pyrite cuivreuse.

Arséniure pur de la montagne de Calabazo

On a rencontré l'arséniure pur dans la montagne de Calabazo, située à 16 lieues à l'est de Snapel et à plus de 30 lieues de la mer, dans la province de Coquimbo. A cette latitude le terrain granitique de la côte s'avance à plus de 25 lieues dans l'intérieur du pays, et la montagne de Calabazo forme un des premiers chaînons du terrain stratifié porphyroïde.

Les mines de Calabazo ont été découvertes en 1840, et bientôt abandonnées. On a trouvé aux affleurements des veines minces d'un minerai composé d'oxydule de cuivre et d'argent métallique disséminé en petits grains et paillettes. Le minerai, qui d'ailleurs ne se montre jamais dans les principales mines d'argent du nord du Chili, a complétement disparu, dès qu'on commença à approfondir les veines ; mais on a bientôt trouvé, au-dessous de ce minerai, un autre, composé de parties rouges et argentées, ou irisées, que les mineurs du pays ne connaissaient pas, et dont ils étaient étonnés de ne pas pouvoir retirer de l'argent par les méthodes ordinaires. Ce dernier minerai, effectivement, ne contenait pas d'argent et consistait principalement en arséniure de cuivre.

L'arséniure pur est amorphe, compacte ou grenu, à grains fins, d'un éclat métallique. Sa couleur, dans la cassure fraîche, est d'un blanc semblable à celui de l'arséniure de fer natif pur; seulement, lorsqu'on place les deux minéraux l'un à côté de l'autre, on remarque que l'arséniure de fer reste toujours d'un blanc d'étain terne, tandis que l'éclat de l'autre est plus vif, et présente une teinte jaunâtre, qui, ensuite, par le contact prolongé de l'air, devient de plus en plus jaune, et finit par se couvrir de couleurs irisées tout à fait semblables à celles du cuivre pyriteux ou panaché. Comme d'ailleurs ce minéral de Calabazo ne contient pas de soufre ni de fer, on voit que l'irisation des sulfures doubles de fer et de cuivre ne dépend pas de l'élément électro-négatif ni de l'oxydation du fer, mais seulement de l'oxydation du cuivre. Caractères minéralogiques et chimiques.

La cassure de ce minéral est inégale et quelquefois imparfaitement conchoïde; il est moins tendre que le cuivre panaché et prend un poli argenté sous le couteau.

Au chalumeau, il se fond facilement en répandant une fumée arsenicale, et perfore bien vite le platine. Le résidu du grillage donne avec le borax un culot de cuivre non attirable à l'aimant.

Il est inattaquable par les acides et inaltérable au feu.

La gangue est une roche grise, compacte, siliceuse. L'arséniure y forme des veines minces qui rarement dépassent 2 à 3 lignes d'épaisseur. Les minéraux qui l'accompagnent sont l'arséniate et l'oxydule de cuivre. On ne trouve jamais, avec les arséniures de cuivre, de l'oxyde noir, qui, au Gangue et minéraux associés.

contraire, est assez commun dans les autres minerais de cuivre.

Analyse. Après avoir reconnu les éléments qui composent ce minéral, dans une analyse qualitative par l'eau régale, on a déterminé leurs proportions dans une analyse par le nitre. Pour cela, on a commencé par séparer, au moyen d'un triage, la partie métallique la plus pure possible, et, après l'avoir broyée et porphyrisée, on l'a fait digérer dans l'acide muriatique pur au contact de l'air, et on a lavé le résidu avec de l'eau acidulée d'acide muriatique, puis avec de l'eau pure, afin d'enlever tout l'oxydule.

On a fondu dans un creuset d'argent un mélange de :

2 gr. de minéral ainsi purifié,
4 gr. de nitre, et
10 gr. de carbonate de potasse pur.

La matière étant reprise par l'eau filtrée et lavée, on a sursaturé la dissolution alcaline avec de l'acide muriatique et on l'a fait bouillir. Il ne s'est formé aucun précipité au moment de la saturation, ni en ajoutant un sel de baryte à la liqueur bouillie. On a dosé l'acide arsénique à l'état d'arséniate de fer par la méthode de M. Berthier; et, quant au résidu qui provenait de la filtration de la liqueur précédente, on l'a repris par l'acide muriatique, on a précipité le cuivre par l'hydrogène sulfuré, et on a recherché l'oxyde de fer et les éléments de la gangue dans la liqueur et dans la partie insoluble dans l'acide, etc.

Composition. Par ce moyen, on est parvenu à obtenir pour la composition du minéral :

Cuivre.	0,7073
Arsenic.	0,2662
Gangue. . . .	0,0255
	0,9990

Analyse (1).

Pour la partie pure :

Cuivre. . . .	0,7164	(3)
Arsenic. . . .	0,2836	(1)
	1,0000	

On voit, par conséquent, que c'est un sous-arséniure de cuivre dont la formule est :



$$Cu^{3}Ar.$$

Minerais arséniés de San Antonio.

La même espèce minérale se rencontre en quantité considérable dans les mines d'argent de San Antonio du département de Copiapo. Ces mines se trouvent à peu près à la même distance du centre des Cordillières que la montagne de Calabazo, et à plus de 180 lieues au nord de cette dernière; elles sont à 7 ou 8 lieues plus près de la Cordillière que les mines de chlorure d'argent de Chanarcillo, et leur gisement se rapporte au même terrain secondaire stratifié que celui de *Calabazo*. Elles se trouvent, d'après les observations de M. Gay, à 1.260 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer.

L'arséniure de cuivre de San Antonio accompagne les minerais riches d'argent métallique et de sulfures doubles de cuivre et d'argent. Sa gangue ressemble à celle du minerai précédent, mais il se trouve mélangé d'une petite proportion de cuivre panaché qui le rend encore plus ressemblant à ce dernier. Du reste, les caractères sont toujours les mêmes, et il est toujours facile de reconnaître ce minéral par l'éclat argenté qu'il prend dans sa cassure fraîche.

Une analyse faite au laboratoire du collége de Coquimbo, par la même méthode que je viens de décrire, a donné (1):

Analyse (2).

		Rapp. atom.		
Cuivre..	0,6193	(470)	corresp. à 130 d'ars. +	40 de soufre.
Fer. . .	0,0046	(4)	corresp. à.	8 de soufre.
				48 de soufre.
Arsenic.	0,2039	(130)		
Soufre .	0,0339	(50)		
Gangue.	0,1239			
	0,9856			

On voit, par conséquent, que c'est un mélange de la même espèce que la précédente Cu^3Ar et de cuivre panaché.

Comme cet arséniure est disséminé dans la même gangue où se trouve de l'argent métallique, on ne traite ce minerai que pour argent, et le cuivre est perdu dans les résidus de lavage des terres amalgamées.

Cuivre natif arsénié.

Indépendamment du sous-arséniure Cu^3Ar, on trouve dans les filons de même terrain, et ordinairement près de leurs affleurements du cuivre natif contenant 4 à 5 p. o/o d'arsenic. Ce cuivre se gerce sous le marteau, il raye le cuivre rouge, il est d'un rouge blanchâtre, et sa structure est grenue à gros grains. Il est presque toujours poreux, et les pores souvent remplis d'argile, de carbonate vert de cuivre, de carbonate et arséniate de chaux, etc. Il forme ordinairement des veines très-étroites semblables à celles de l'arséniure, et la gangue est la même que celle des espèces que je viens de décrire; les minéraux associés sont

(1) L'analyse a été faite par M. Alfonso, un des élèves que le gouvernement envoie en France pour se perfectionner dans les sciences et arts relatifs aux mines.

aussi les mêmes. Quelquefois ce minéral ressemble tellement à l'argent natif, qu'il arriva dernièrement qu'une mine de cette nature, dans le département de Illapel, fut achetée pour mine d'argent, et les minerais ne contenaient pas de trace de ce métal.

Il me reste à ajouter que dans d'autres filons, qui correspondent autant par la hauteur où ils se montrent que par la nature du terrain à ceux qui produisent l'arséniure, on a aussi trouvé du cuivre gris arsénifère associé aux minerais d'argent de la même manière que les espèces ci-devant rapportées. **Cuivre gris arsénifère.**

C'est ainsi qu'au milieu des sulfures doubles de cuivre et d'argent, au milieu des blendes et galènes argentifères de San Pedro Nolasco, j'ai rencontré un cuivre gris qui a donné à l'analyse : **Analyse (3).**

Cuivre.	0,4540
Fer.	0,0924
Zinc.	0,0099
Argent.	0,0030
Soufre.	0,2425
Arsenic.	0,1230
Antimoine. . . .	0,0614
Gangue.	0,0092
	0,9954

L'analyse a été faite au laboratoire du collége de Coquimbo, en suivant la méthode indiquée dans les *Annales des Mines*, 3ᵉ série, t. IX, p. 529.

SULFURES DOUBLES DE CUIVRE ET D'ARGENT.

Le protosulfure de cuivre étant isomorphe avec le sulfure d'argent, on trouve ces deux corps combinés en toutes proportions dans la nature. De là

résultent divers sulfures doubles d'argent et de cuivre qui constituent la majeure partie des minerais d'argent cuprifères au Chili. Ces minerais, comme je viens de le dire à l'article de l'arséniure de cuivre, ne se trouvent pas dans les mines de la côte, qui sont les mines de cuivre les plus abondantes du Chili, mais on les rencontre à une hauteur considérable et beaucoup plus rapprochée des Cordillières que ces dernières. Leur gisement est le même que celui des arséniures, et se rapporte aux porphyres stratifiés secondaires.

Les mines qui ont produit une quantité considérable de ces minerais au Chili, sont celles de Catemo, dans la province de Aconcagna, et les mines de San Pedro Nolasco, dans la province de Santyago.

Sulfures provenant des mines de Catemo.

Les mines de Catemo se trouvent à peu près à 5 lieues de distance au nord-ouest de San Felipe de Aconcagna, à une trentaine de lieues de la mer, vers les 32° 30′ de latitude. Le terrain se compose de porphyres stratifiés auxquels on voit subordonnées quelques assises de schistes argileux. La montagne de Catemo porte à son sommet un plateau qui a plus de 3 lieues du nord au sud, et qui s'abaisse du côté sud-est. Les mines basses, situées dans la partie sud-est de la montagne, sont des mines de cuivre pyriteux et panaché, pour la plupart argentifères, mais de peu de contenu d'argent; tandis que, vers la partie haute, on voit de nombreux filons de galène et un filon de sulfures doubles de cuivre et d'argent, connu sous le nom de la *corrida San José*, mine de don Francisco Mascayano. Le filon est à peu près vertical; il court du nord au sud; on l'a reconnu sur une longueur de 300 à 400 mètres, et à plus

de 60 mètres de profondeur au-dessous de la surface. Il parait que dans toute sa longueur les sulfures riches passent à une certaine profondeur aux galènes et pyrites de fer, pauvres en argent. D'après l'aveu du propriétaire on n'a retiré de cette mine qu'environ 6.000 quintaux de minerais, de 30 à 40 marcs au caisson (de 64 quint.). On n'enlève que tout ce qui contient du sulfure cuivreux, et on jette dans les déblais les galènes et les pyrites. Ces minerais ne donnent pas de traces d'argent par l'amalgamation directe, et on est obligé de leur faire subir un grillage préalable, ou bien on les amalgame en ajoutant du *magistral*, qu'on obtient en grillant la partie pesante des résidus de lavage qui proviennent des traitements antérieurs. Du reste, on perd plus d'un tiers d'argent dans ce traitement, on consomme plus d'une livre de mercure par marc d'argent et on perd le cuivre.

Les sulfures doubles de cuivre et d'argent de Catemo sont amorphes, d'un gris de fer un peu bleuâtre, d'une structure grenue, à grain fin; cassure inégale. Ils sont tendres, se laissent facilement couper au couteau, et prennent du poli sous l'acier. Ils reçoivent l'impression du marteau. Ils ne sont pas bien homogènes, car on voit dans leur intérieur des parties ternes presque compactes mélangées de parties luisantes, grenues, quelquefois sublamellaires. Caractères minéralogiques.

La gangue est feldspathique; quelquefois porphyroïde, à cause des morceaux de roche encaissante qui se trouvent au milieu du filon. On n'y trouve d'autres minéraux associés que de la galène et quelquefois de l'oxyde noir de cuivre, du carbonate et du silicate de cuivre.

Ces sulfures se trouvent toujours intimement mélangés de gangue, et il m'a été impossible de m'en procurer des morceaux parfaitement purs.

J'ai aussi remarqué que tandis que l'argent obtenu des chlorures d'argent et des minerais d'amalgame natif ne contient pas de traces d'or, celui qu'on extrait des sulfures cuivreux, et en général de tous les minerais de cette seconde chaîne de filons cuivreux, est aurifère.

Pour analyser ces minéraux on a attaqué par l'acide nitrique pur, on a précipité l'argent par l'acide muriatique, et le cuivre par l'hydrogène sulfuré, etc.

Composition. On a obtenu pour la composition de la partie la plus pure possible de ces sulfures, dans trois analyses faites sur trois échantillons différents :

	(1)	(2)	(3)
Cuivre.	0,4738	0,5189	0,4111
Argent.	0,0895	0,1420	0,1830
Fer.	0,0188	0,0198	0,0160
Soufre.	0,1585	0,1759	0,1520
Deutoxyde de cuivre (1).	0,0440	0,0100	0,0115
Gangue (en partie attaquable).	0,2150	0,1090	0,2264
	0,9996	0,9756	1,0000

Sulfures provenant des mines de San Pedro Nolasco. Les mines de San Pedro Nolasco se trouvent encore plus rapprochées du centre des Cordillières et plus élevées que celles du Catémo : elles sont à 50 lieues au sud de ces dernières. La montagne qui les contient se compose des mêmes porphyres que ceux de Catémo, et qui alternent avec des couches de brèches porphyriques, porphyres à base de zéolites, et quelques assises de roches compactes, schistoïdes. Deux grands filons paral-

(1) On a déterminé la proportion du deutoxyde en faisant digérer le minéral dans le carbonate d'ammoniaque

lèles, un de San Pedro, et l'autre de San Simon, affleurent au sommet de cette montagne et descendent sur sa pente orientale dans la direction E. 15° N. O. 15° S. Ils courent à une distance d'environ 300 mètres l'un de l'autre, et on les a reconnus sur une longueur de plus de 1500 mèt. Ils sont tantôt verticaux, tantôt ils se courbent et plongent au nord. La partie riche, qui produit les sulfures de cuivre argentifères et le cuivre gris, se trouve du côté de l'ouest, vers le haut de la montagne; tandis que la partie basse, tournée du côté des Cordillières, ne contient que des galènes à larges facettes, pauvres en argent. C'est aussi à cette extrémité des filons que ceux-ci se subdivisent, se partagent en divers filons secondaires, et perdent leur importance.

Les sulfures de cuivre de San Pedro Nolasco ont le même éclat et la même couleur que ceux de Catémo, seulement leur structure est sublamellaire, et cette structure provient de la manière dont les particules de ce minéral, qui forment des lames excessivement minces, courbes et très-irrégulières, se trouvent engagées dans la gangue. Celle-ci fait ordinairement de l'effervescence avec les acides, et se compose de spath perlé, de sulfate de baryte, et d'une argile ocreuse inattaquable par les acides. Le sulfure est toujours intimement mélangé de cette gangue, et on ne le trouve jamais pur ni cristallisé. Minéraux associés : galène et blende.

L'espèce la plus commune, et, autant que possible, dégagée de la partie stérile de la gangue, contient 0,0048 à 0,015 d'argent; mais j'ai rencontré par hasard, dans un échantillon qui ne différait nullement, quant à ses caractères exté-

rieurs, de l'espèce connue, 0,18 d'argent. L'analyse de cet échantillon m'a donné :

(Analyse 4.)

		Rapp. atom.		Rapp. atom.
Cuivre. . . .	0,3353	(848)	prenant soufre	(424)
Argent. . . .	0,1808	(133)		(133)
Soufre. . . .	0,1120	(557)		(557)
Spath perlé.	0,1309	(carb. de fer, de chaux et de mng.)		
Argile. . . .	0,2410			
	1,0000			

Un autre échantillon semblable au précédent a donné :

(Analyse 5.)

		Rapp. atom.
Cuivre.	0,4099	(10,37)
Argent.	0,0161	(0,12)
Fer.	0,0040	»
Soufre.	0,1129	(5,57)
Gangue inattaquable.	0,2700	
Gangue soluble (carb^les.). .	0,1178	

Composition des cinq espèces précédentes, dégagées de leurs gangues.

	San Pedro (5)	Catemo. (1)	Catemo. (2)	Catemo. (3)	San Pedro. (4)
Cuivre.	0,7551	0,6398	0,6058	0,5394	0,5338
Argent.	0,0296	0,1208	0,1658	0,2404	0,2879
Fer.	0,0074	0,0253	0,0231	0,0209	«
Soufre.	0,2079	0,2141	0,2058	0,1995	0,1783
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Traitement des sulfures doubles de cuivre et d'argent par l'acide muriatique.

Tous ces sulfures ont une propriété qui ne se trouve pas dans le sulfure de cuivre pur, ni dans le sulfure d'argent pur. On sait que le sulfure de cuivre n'est pas attaquable par l'acide muriatique; qu'au contraire, le sulfure d'argent s'attaque par cet acide concentré et bouillant. Or, j'ai reconnu que les sulfures doubles étant traités par l'acide muriatique, la majeure partie de cuivre se dissout

avec dégagement d'hydrogène sulfuré, et il se forme un autre sulfure double d'argent et de cuivre, sur lequel cet acide n'exerce aucune action.

Effectivement, lorsqu'on verse de l'acide fort sur lesdits minéraux bien porphyrisés, la réaction commence à l'instant, mais ensuite elle devient de plus en plus lente, difficile, et finit par cesser entièrement quoiqu'on prolonge l'ébullition. On a alors un résidu noir, un peu floconneux, et une liqueur obscure qui surnage. En décantant cette dernière, et en l'examinant à part, on trouve qu'elle contient une proportion notable de chlorure d'argent, qui s'est dissous à la faveur de protochlorure de cuivre, et qui se sépare lorsqu'on ajoute à la liqueur de l'eau et de l'acide nitrique. Maintenant, si l'on lave le résidu antérieur d'abord avec de l'acide muriatique pour enlever le protochlorure de cuivre, puis avec de l'eau et de l'ammoniaque pour dissoudre le chlorure d'argent, et enfin avec une dissolution de potasse pour enlever quelques traces de soufre, on trouve que la substance noire qui reste est un sulfure double d'argent et de cuivre, dont la composition se rapproche de celle de $C'u + A'g$.

SCHEELIN CALCAIRE CUIVREUX.

Ce minéral a été découvert par M. Gay dans les mines de cuivre de Llamuco, près de Chuapa (province de Coquimbo, département de Illapel). Il est d'un gris-brun verdâtre par réflexion, et d'un vert-pomme par réfraction; éclat gras passant à éclat vitreux. Il est translucide, fragile; sa cassure est inégale ou sublamellaire dans quelques sens, et compacte, esquilleuse dans d'autres. Le miné-

ral est fendillé très-irrégulièrement en diverses directions, et on voit dans les fentes une substance vert-jaunâtre, d'une structure terreuse, qui paraît être de même composition que la partie compacte, translucide. La poussière est blanc-grisâtre, avec une légère teinte verdâtre.

Au chalumeau, il décrépite, noircit, et ne se fond pas sans addition; avec borax, il forme un verre incolore à la flamme extérieure et un verre bleu au dard intérieur.

Les acides l'attaquent facilement et lui donnent une belle couleur citrine. L'acide muriatique l'attaque complétement, et le résidu se dissout dans l'ammoniaque en ne laissant que très-peu de silice.

Les minéraux qui l'accompagnent sont le mispickel et le mica blanc.

On a analysé ce minéral d'abord par l'acide nitrique et l'alcool. Le résidu insoluble ayant été repris par l'ammoniaque pour séparer la silice, on a saturé la liqueur ammoniacale d'hydrogène sulfuré; puis on a ajouté de l'acide muriatique étendu, on a recueilli le sulfure et on l'a grillé.

On a répété l'analyse en fondant 2 grammes de même minéral avec trois ou quatre fois son poids de carbonate de potasse. La matière étant reprise par de l'eau et lavée, on a trouvé dans le résidu insoluble :

Chaux.	0,361
Deutoxyde de cuivre. . .	0,066
Silice.	0,015

Et, quant à la dissolution alcaline, on a transformé le tungstate en [illegible]tungstate alcalin, on a ajouté de l'acide, etc.

De cette manière, on a obtenu pour la composition du minéral :

Acide tungstique. . .	0,7575
Chaux.	0,1805
Deutoxyde de cuivre.	0,0330
Silice.	0,0075
	0,9785

On a en outre reconnu que la substance verte terreuse ne contient pas plus de cuivre que la partie translucide du minéral.

Je n'ai trouvé ce minéral dans aucune autre mine du Chili. Je dois seulement ajouter qu'à peu près à la même distance du centre des Cordillières, et à plus de 70 lieues au nord de ces mines de Llamuco, je viens de découvrir dans une mine d'argent à Chapilca, dans la vallée du Rio Turbio (vers la même latitude que Coquimbo), un molybdate, dont je vais donner une description succincte, n'ayant pas assez examiné la nature de ce minéral.

MOLYBDATE DE PLOMB ET DE CHAUX.

Ce minéral se trouve disséminé dans une gangue de quartz poreuse, dont il remplit les fentes ou tapisse les cavités. Il est tantôt d'un jaune de cire, tantôt orange ou d'un rouge jaunâtre. On le trouve ordinairement amorphe, mais je l'ai vu aussi cristallisé en octaèdres à base carrée et en tables octogones biselées sur les bords. Les cristaux octaédriques sont d'un rouge jaunâtre, translucides, et les tables sont d'un jaune citron, presque diaphanes.

Il est facilement attaquable par les acides et soluble dans l'acide nitrique.

Les minéraux associés sont la galène et le carbonate de plomb argentifère.

Je n'ai pas pu me procurer de ce minéral pur en quantité assez considérable pour en faire une analyse exacte.

1 gramme de matière traité par acide acétique a donné 0,62 de résidu, qui étant repris par l'acide nitrique, a laissé 0,16 de gangue quartzeuse. La dissolution nitrique ayant été étendue, on a précipité le plomb par l'hydrogène sulfuré ; puis on a saturé la liqueur d'ammoniaque, et après avoir ajouté de l'hydrosulfate, on a séparé le sulfure de fer et on a précipité le sulfure de molybdène en versant de l'acide muriatique étendu. Ayant éprouvé une perte dans le grillage de ce sulfure, on a dosé l'acide molybdique par différence.

Enfin, la dernière liqueur qui provenait de la séparation du sulfure de molybdène a été évaporée à sec, puis reprise par l'eau, et on en a obtenu un précipité blanc par l'oxalate d'ammoniaque.

Les résultats approximatifs de cette analyse donnent pour la composition du minéral :

A. molybdique.	0,422
Ox. de plomb.	0,430
Chaux.	0,063
Peroxyde de fer. . . .	0,085
	1,000

NOTICE

Sur l'exploitation des sables aurifères en Sibérie (1).

(Extrait de la *Gazette du Commerce* de Saint-Pétersbourg.)

A une époque où l'exploitation des gisements de sables aurifères, qui se trouvent sur les flancs des monts Ourals, faisait de rapides progrès, où des établissements de lavage étaient successivement organisés jusque dans les parties de ces montagnes les plus reculées vers le nord, il paraissait encore fort douteux que la Sibérie possédât des richesses d'une semblable nature. Telle était du moins l'opinion de la direction des mines de Kolyvan, qui avait, comme de raison, un grand poids aux yeux des particuliers, disposés à s'occuper de la recherche et de l'exploitation des mines dans ce pays encore si peu connu. Par la suite cependant, deux hommes entreprenants, les marchands Féodot (Théodot) Popoff et Yakim (*Joachim*) Rézanoff, se décidèrent à explorer, dans le Tobolsk, les versants des contreforts de la chaîne de l'Oural, qui étendent leurs ramifications jusque dans cette contrée : mais, quelle que fût leur activité, ces travaux n'amenèrent aucun résultat. Plus tard, Popoff continua ses recherches dans une autre partie du pays, aux

(1) Sous le nom de Sibérie, nous désignons ici toutes les contrées situées au delà des monts Ourals, à l'exception des districts qui s'étendent immédiatement au pied de cette chaîne de montagnes, et qui sont compris dans les gouvernements de Perm et d'Orenbourg.

pieds de l'Altaï, dans le gouvernement de Tomsk, et là, il découvrit effectivement, en 1829, sur les bords de la Birikoulka, quelques indices de l'existence d'un gisement aurifère; mais un premier essai de lavage ayant à peine produit quelques livres d'or, qui de plus se trouvait contenir de l'argent dans une proportion plus grande que d'ordinaire, les doutes qui existaient, relativement à la probabilité de trouver en Sibérie des couches de sables aurifères d'une certaine richesse, paraissaient de nouveau confirmés.

Bientôt après, vers la fin de l'année 1830, les mines de Kolyvan, désignées aujourd'hui sous le nom de mines de l'Altaï, qui avaient jusqu'à cette époque appartenu au cabinet impérial, furent, dans le but de réunir tous les établissements de cette nature sous une seule administration, confiées au ministère des finances. Le général major du corps des ingénieurs des mines Kovalevski ayant été nommé dès lors chef supérieur et gouverneur civil de Tomsk, et le colonel Beger, chef immédiat des mines, les instructions données à ces fonctionnaires leur enjoignaient de vouer tous leurs soins à la recherche des sables aurifères dans cette partie de l'empire, et d'employer dans ce but des officiers des mines qui auraient acquis dans l'Oural l'expérience qu'exigent de semblables travaux. A peine les mines du gouvernement de Tomsk avaient-elles été placées sous la direction de cette nouvelle administration, que des recherches plus méthodiques conduisirent, dans le courant de cette même année 1830, à la découverte d'un premier gisement considérable de sables aurifères, désigné sous le nom de Yégorievsky (de St.-George).

Cette découverte ayant suivi de si près les premiers travaux d'une exploration technique, et changé entièrement les idées relativement aux richesses que pouvait receler le sol de la Sibérie, devint, pour ainsi dire, le signal auquel se réveilla l'esprit d'entreprise des particuliers, et dont plusieurs, animés d'un espoir qui n'admettait plus de doutes, ne tardèrent pas à mettre la main à l'œuvre. Comme ils n'avaient pas le droit de sonder le terrain dans le rayon formant le district des mines de Kolyvan, ils se dirigèrent d'abord vers une chaîne de montagnes voisines, entre le Tom et le Yénisséï, où Popoff avait fait ses premières découvertes. Déjà ce même Popoff avait trouvé, en 1831, sur les flancs de ces hauteurs, dans les vallons qu'arrosent les affluents du Kiy, plusieurs couches de sables aurifères, qui, pour la plupart cependant, n'étaient que médiocrement riches, et l'année suivante, 1832, Rézanoff avait trouvé, dans le voisinage, sur les bords du Kondoustouyoule, le riche gisement désigné sous le nom de Voskressensky. C'est sur ce point que furent concentrés, pendant plusieurs années, les travaux des entrepreneurs; plus tard cependant, depuis l'année 1836, ils commencèrent à étendre leurs recherches plus loin dans la direction de l'est, explorant les contre-forts des monts Sayanes, qui sillonnent la partie méridionale du gouvernement de Yénisséïsk, jusqu'aux frontières du gouvernement d'Irkoustk.

Dans cette contrée inhospitalière, hérissée de rochers et presque inaccessible, toute une série de gisements très-riches fut découverte sur les rives de la Birouzka. Bientôt même les trésors de ce bassin si riche en or ne suffisaient plus à l'activité

des explorateurs, dont le nombre, d'ailleurs, augmentait sans cesse ; dès l'année 1839, Yakim Rézanoff, accompagné de plusieurs autres, pénétra dans le nord jusqu'aux vastes régions qu'arrosent les différentes rivières portant les noms de la Toungouzka supérieure (*verkhnaïa*), moyenne (*srednaïa*), et inférieure ou pierreuse (*podkamennaïa*) ; là furent trouvés, dans le courant des deux années suivantes, 1840 et 1841, entre les deux dernières rivières que nous venons de nommer, un grand nombre de gisements de sables aurifères, également remarquables sous le double rapport de l'étendue et de la richesse, et qui, par l'immensité des trésors qu'ils renferment, surpassent toutes les découvertes de cette nature faites avant cette époque. Des recherches plus récentes ont déjà été poussées au delà de cette région, vers le nord et vers l'est, et bientôt, probablement, nos explorateurs auront traversé la chaîne de montagnes qui sépare les affluents du Yénisseï du bassin de la Léna.

Régions des montagnes dans lesquelles se trouvent principalement les gisements de sables aurifères.

Le midi de la Sibérie est sillonné, comme on sait, par une suite presque non interrompue d'imposantes chaînes de montagnes dépendant de celles de l'Asie centrale, et désignées successivement, de l'ouest à l'est, sous les noms d'Altaï, de monts Sayanes, Daouriques ou Yablonnoï, etc. A l'exception de quelques gisements peu importants dans le district des mines de Nertchinsk, on n'a pas jusqu'à présent trouvé de couches de sables aurifères tant soit peu considérables sur les ver-

sants des chaînes principales. On pourrait dire, il est vrai, que, encore à présent, ces montagnes n'ont pas été assez explorées en détail. Il est certain cependant que, même dans les parties des hautes montagnes qui ont été examinées avec le plus grand soin, par exemple, dans le district des mines de Kolyvan, où elles sont si riches en minerai de cuivre et d'argent, on n'a jamais trouvé que des gisements beaucoup trop pauvres pour pouvoir être exploités avec avantage, sans compter que l'or qu'il aurait été possible d'en extraire contenait toujours un très-fort alliage d'argent.

Toutes les couches de sables aurifères, importantes par leur étendue ou leur richesse, découvertes jusqu'à présent en Sibérie, se trouvent sur les versants des contre-forts de ces montagnes, qui en descendent vers le nord, et desquels se détachent à leur tour, surtout du côté faisant face à l'orient, de nombreuses ramifications, de nombreuses chaînes de hauteurs moins élevées. Ces différentes chaînes inférieures de collines, désignées sous un grand nombre de noms divers, tantôt d'après quelque tribu de nomades indigènes errant à leurs pieds, tantôt d'après quelque rivière qui y prend sa source (1), forment un labyrinthe qu'il serait difficile de décrire avec quelque précision, si les bassins des fleuves qui le traversent, séparant les contre-forts de la chaîne principale, les

(1) Il ne sera pas inutile de faire observer à cette occasion que les noms des lieux habités, des montagnes et des rivières de la Sibérie, appartiennent pour la plupart aux idiomes des peuplades qui jadis habitaient ces régions; en grande partie, sans doute, à ceux des tribus éteintes de race indigène, en partie aussi à la langue des Mongoles, à celle des Toungouses, etc.

uns des autres, ne le divisaient naturellement en plusieurs régions. C'est ainsi qu'un de ces contreforts, descendant de l'Altaï, traversant le district des mines de Kolyvan, se prolonge entre l'Obi et le Tom; un autre, adossé également à l'Altaï, élève sa crête principale entre le Tom et le Yénisséï; un troisième enfin, qui dépend des monts Sayanes, se divise entre le Yénisséï et la Léna en un grand nombre de branches secondaires, intersectées par les cours d'eau qui vont porter à ces fleuves majestueux le tribut de leurs ondes. On peut donc diviser les montagnes renfermant des sables aurifères, que l'on connaît jusqu'à présent, en trois systèmes, selon qu'elles s'élèvent entre l'Obi et le Tom, le Tom et le Yénisséï, ou enfin entre ce dernier fleuve et la Léna.

Les gisements renfermant des métaux précieux se trouvent épars entre les sommets de ces différents systèmes, dans les vallées, tant parallèles à la direction de la chaîne de hauteurs, que transversales, ou dans d'autres bas-fonds; le plus souvent sur les bords et dans le lit des cours d'eau, ou dans les marais. Sur la crête même des hauteurs on n'a pas jusqu'à présent trouvé de gisements aurifères, et si on en a découvert sur leurs versants, c'est toujours plus près du pied que du sommet que ces découvertes ont eu lieu; encore, peu importantes sous tous les rapports, n'ont-elles formé que de bien rares exceptions.

Les couches de sables aurifères reposent en partie immédiatement sur la roche vive; d'autres fois elles s'en trouvent séparées par une couche de terre plus ou moins épaisse, et composée de gravier et de pierres roulées, ou d'une argile forte et grasse; la valeur des gisements, sous le rapport

économique, est plus ou moins grande, selon qu'ils ont plus ou moins de régularité, qu'ils sont plus ou moins puissants, qu'ils contiennent plus ou moins de métal comparativement au total de la masse, qu'il est plus ou moins facile d'en extraire l'or au moyen du lavage, et qu'ils sont enfouis à une profondeur plus ou moins considérable sous une couche de terre stérile. Outre le gravier et l'argile, on y trouve des pierres, des fragments de roche de la nature des formations dont se composent les hauteurs des environs. Cette circonstance, la disposition des gisements mêmes, et jusqu'à l'apparence de l'or qui s'y trouve, offrent des preuves incontestables que ces sables ne se sont pas formés loin des lieux où on les trouve déposés, et qu'ils n'y ont pas été transportés par quelque grande inondation d'une région éloignée (1).

Énumération des principaux gisements de sables aurifères que l'on connaît jusqu'à présent en Sibérie, dans les trois régions indiquées plus haut.

1° La chaîne de hauteurs entre l'Obi et le Tom ne forme qu'une crête peu élevée, et dont la largeur, même à sa base, n'est guère considérable. Ce n'est que dans sa partie méridionale, près du point où elle se détache de l'Altaï, qu'elle devient plus remarquable par son élévation. Elle se com-

(1) On sait que différentes hypothèses ont été établies relativement à l'origine des sables aurifères et de la manière dont ils se sont formés; le temps de prononcer un jugement définitif à cet égard ne paraît pas encore être venu; d'autant plus que jusqu'à présent les principales chaînes de montagnes n'ont presque pas été examinées.

pose principalement de masses de phyllade et de schiste chloritique et talqueux, alternant avec la roche calcaire sans pétrifications. Dans la partie méridionale ce sont la siénite, le porphyre euritique et kératitique, et le diorite qui dominent. Du côté faisant face à l'orient, on voit, adossée à ces roches, une formation de grès rouge et de grès à filons de houille qui s'étend surtout le long du bord du Tom.

Voici quels sont les principaux gisements qui ont été découverts dans cette région : en premier lieu, nous citerons les sables aurifères Yégorievsky, non loin de la rivière Berda, dans la partie septentrionale de la chaîne dont il est ici question, et sur son versant oriental. Ce gisement, remarquable comme le premier de quelque importance qui ait été découvert en Sibérie, contient, dans 100 pouds de sables, jusqu'à 1 1/2 zolotnik d'or (1), et produit annuellement jusqu'à 5 pouds de ce métal (2).

Les sables Oursky, sur les bords de l'Oura, qui se jette dans l'Inyou, à peu de distance des premiers, et plus rapprochés encore des mines d'argent de Salaïrsk. Ce qu'ils contiennent d'or est évalué à un peu moins d'un zolotnik sur 100 pds. (3), et ce qui est remarquable, c'est que cette

(1) Le contenu d'or d'une même couche de sable variant dans ses différentes parties, il est entendu que de semblables évaluations ne sauraient être qu'approximatives.

(2) Voir, pour la valeur réelle des mesures russes, la note page 52.

(3) Les procédés de lavage ont été successivement perfectionnés, au point que même l'exploitation des sables ne contenant que 1/3 de zolotnik, ou moins encore, peut offrir un bénéfice suffisant, à moins que des circonstances défavorables, telles qu'une situation éloignée, ou bien

couche de sables repose sur une roche calcaire, dont les cavités (d'une médiocre étendue) sont parfois remplies d'argile contenant de l'or. Dans le voisinage se trouvent encore plusieurs autres gisements de sables, mais qui n'ont que peu d'importance.

Le gisement Pétropavlovsky, près de la source désignée sous le même nom, qui appartient au système de la Mrassa, affluent du Tom. Situé au pied de la saillie la plus méridionale de cette chaîne de montagnes, et contenant de 2 à 3 1/2 zolotniks d'or sur 100 pouds de sable, il est le plus riche de tous ceux qu'on exploite pour le compte de la Couronne.

Non loin de ce gisement, il en existe plusieurs autres désignés sous le nom de Strischkovsky, Nagorny, etc., et dont le produit varie entre 1 et 1 1/2 solotniks sur 100 pouds de sable. Se trouvant sans exception sur les bords de quelque source, ou d'une petite rivière tributaire de la Mrassa, ils fournissent actuellement la plus grande partie de l'or recueilli chaque année par l'administration des mines de Kolyvan.

Les établissements de lavage organisés dans le district de ces mines produisent annuellement jusqu'à 30 ou 35 pouds d'or, sans compter une quantité à peu près égale contenue dans l'argent retiré des mines, de sorte que l'or provenant de ce district offre à la fin de l'année un total de 60 ou 70 pouds (1).

---

une cherté comparative des provisions, de la main-d'œuvre et des moyens de transport, ne s'y opposent.

(1) Dans le district des mines de Nertchinsk, jusqu'auquel s'étendent plusieurs branches des montagnes Daouriques, on a découvert dernièrement, dans l'arrondisse-

2° La chaîne de montagnes qui, descendant de l'Altaï, entre le Tom et le Yénisséï, se divise en une infinité de ramifications, et sillonne ainsi quelques districts des gouvernements de Tomsk et de Yiénisséïsk, change souvent de nom à mesure qu'elle s'étend, étant désignée dans ses différentes parties tantôt sous celui de mont Alataou, tantôt sous celui de Bielogorie (groupe de montagnes blanches) de Tiskiloff, etc. Elle forme plusieurs branches plus ou moins visiblement liées les unes aux autres. Le noyau de ce vaste système se compose principalement de phyllade et de schiste micacé, que percent des masses de siénite granitique qui forment les sommets les plus élevés de la chaîne, couverts de neiges éternelles. Dans les contre-forts, on voit dominer le diorite, l'euphotide, en partie la serpentine et différentes formations schisteuses, telles que le schiste chloritique, talqueux et quartzeux, accompagnées de quelques couches secondaires de roche calcaire; par ci, par là, on voit paraître le granit qui, formant le lit sur lequel les sables aurifères se trouvent déposés, devient même dominant sur quelques points. Toutes ces formations renferment des veines, ou de minces couches intermédiaires de quartz.

Bien que des couches de sables aurifères se

---

ment des mines de Schilginsk, sur les bords de la Kara, affluent de la Schilga, un gisement de sables aurifères très-considérable, contenant de 1 1/2 à 2 1/2 zolotniks, sur 100 pouds de sables. En 1842, l'exploitation de cette couche de sable a produit près de 8 pouds d'or. Les mines de Nertchinsk, auxquelles on envoie les criminels condamnés aux travaux forcés, sont également placées sous la direction supérieure du ministère des finances.

trouvent éparses sur toute l'étendue de ce pays de montagnes, cependant c'est surtout dans deux régions que se trouvent les chaînes, les suites de gisements les plus remarquables : d'abord dans la partie septentrionale, c'est dans le district de Tomsk, dans les bassins du Kiy, de la Koschoukha, du Taidon et de leurs affluents, puis, vers le midi, dans le bassin des cours d'eau tributaires de l'Amyll et de l'Yousse noir, dans le district de Minoussink, du gouvernement de Yénisséïsk. Les gisements découverts dans le bassin du Kiy sont les plus importants; c'est là que se trouve, sur les flancs des montagnes qui s'élèvent entre le Koundat et le Kiy, sur les bords du Kondoustouyoul, affluent de cette dernière rivière, le gisement Voskressensky, appartenant à la compagnie formée par les marchands Rézanoff et Balandine. Célèbre par sa richesse, le produit d'or n'ayant pas été de moins de 5 zolotniks par 100 pouds de sables pendant les premières années immédiatement après sa découverte, faite en 1832 et 1833, il n'est pas moins remarquable par la manière dont il se trouve déposé entre les différentes couches de terrain.

Cette couche immense, dont l'épaisseur n'est sur aucun point moindre de 2 archines et s'élève dans plusieurs parties à 12 archines, se trouve enfouie à une profondeur de 13-23 archines sous une couche de terrains de sédiment, de manière qu'il devient impossible d'y exécuter des travaux d'exploitation à ciel ouvert, et qu'on est forcé d'y travailler dans des galeries souterraines. L'or s'y présente sous la forme de grains assez gros, et même en morceaux d'un volume considérable. Depuis sa découverte, ce gisement, un des plus

importants de la Sibérie, a produit jusqu'à 330 pouds d'or (représentant une valeur de 4,200,000 rixthalers), dont 40 pouds en 1842. Cependant les sables qu'on y exploite aujourd'hui ne produisent plus que 2 1/2 zolotniks d'or sur 100 pouds de sable.

Le gisement Pétropavlovsky, qui appartient à la compagnie Popoff et Astascheff, est situé sur les bords du même ruisseau, un peu au-dessus de celui de Voskressensk. Bien que dans le fait il ne soit que la continuation de ce dernier, il est cependant beaucoup moins riche, la quantité d'or qu'il contient n'excédant pas 2 zolotniks sur 100 pouds. Dans les derniers temps, on n'en a pas même obtenu autant. Jusqu'au commencement de l'année 1842, on n'en avait pas retiré moins de 5[illegible] pouds d'or; mais l'année dernière, le produit n'a été que de 2 1/2 pouds. C'est ici que fut trouvé un morceau d'or natif pesant 24 1/2 livres, renfermé dans un fragment de quartz dont il avait pénétré toutes les parties (1).

Le gisement Hyinsky, appartenant à M. Popoff,

(1) Ce morceau se trouve dans le musée de l'École des mines, où sont déposés, en général, tous les morceaux d'or natif tant soit peu remarquables que l'on a trouvés, entre autres l'immense bloc découvert dernièrement, et qui, pesant près de 2 pouds 8 livres, ne renferme pas la moindre parcelle d'une gangue quelconque. Comme cette collection s'était accrue au point de présenter ensemble une masse d'or très-considérable, il est devenu nécessaire de faire un choix, de ne conserver que les morceaux les plus grands et les plus petits, ainsi que ceux qui étaient remarquables par leurs cristallisations. Néanmoins cette collection, unique au monde, à ce qu'il paraît, représente encore une très-grande valeur.

sur les bords d'un petit ruisseau qui se jette dans le Kelbé moyen, contient jusqu'à 2 zolotniks sur 100 pds. de sable. Le gisement Alexandrovsky, près d'une source tributaire du Tsousioul, est de la même richesse; il appartient au marchand André Popoff. Celui qu'on désigne sous le nom de Birikoulsky, sur le Birikoul, et qui appartient de même aux Popoff, ne contenant qu'environ 85/96 de zolotnik sur 100 pds. de sable, est remarquable comme étant le premier qui ait été découvert par un particulier.

Bassin de la Koschoukha. Les gisements Schaltyr-Koschoukhovsky et Tchyrkovsky, non loin des sources du ruisseau Schaltyr-Koschoukha, produisent près d'un zolotnik sur 100 pds. de sable. Il en est de même de celui appelé Bobrovsky sur la Fétodovka, affluent de la Kuschoukha. Tous ces sables sont exploités pour le compte de MM. Popoff.

Bassin du Taidon. Le gisement Rojestvensky, sur le ruisseau de ce nom, qui se jette dans le Taidon, contenant 1 1/2 zolotnik d'or sur 100 pds. de sable, est presque épuisé. Il est remarquable en ce que le sable s'y compose de granit. De même que le gisement Bourlevsky, appelé ainsi d'un autre affluent du Taidon, et contenant à peu près 1 zolotnik d'or sur 100 pds. de sable, il est la propriété des Popoff.

Bassin de l'Iyous. Le gisement Dmitrevsky sur l'Isinsoul, affluent de l'Iyous noir, et appartenant au marchand Kouzmine, produit près de 1 zolotnik d'or sur 100 pds. de sable.

Bassin de l'Amyll. Rivière qui se jette dans la Touba, tributaire elle-même du Yénisséi. Les gisements Kozmodémiansky, appartenant à la

compagnie formée par les employés Tchoglokoff et Kovanka, situé sur les bords d'un petit affluent de l'Amyll, contient sur 100 pds. de sable 1 1/4 zolotnik d'or; — Serguievsky, propriété de la compagnie du marchand Kryloff, offre un contenu d'or de 1 zolotnik sur 100 pds. de sable et se prolonge sur les bords du Gibischane, affluent de l'Amyll; — Mikhaïloffsky et Yourievsky, qui appartiennent l'un et l'autre à la compagnie Kharitonoff, situés le premier près d'une source qui se jette dans la Saïba, le second sur les bords d'un affluent de l'Amyll, désigné sous le nom de Koundousoun, produisent au lavage 1 1/4 et 1 1/2 zolotnik d'or par 100 pds. de sable.

Tous les gisements de sables aurifères exploités par des particuliers dans les gouvernements de Tomsk et de Yénisséïsk, ont produit ensemble, en 1842, jusqu'à 107 pouds d'or.

Nous avons vu que ces vastes districts de la Sibérie méridionale, dans lesquels se trouvent les gisements de sables aurifères découverts jusqu'à présent, sont divisés en trois régions par les principales rivières du pays. Il nous reste à parler de la troisième, ou de la plus éloignée vers l'orient, qui s'étend, sillonnée par la Toungouzka supérieure et pierreuse, entre le Yénisséï et la Léna. Mais avant d'entrer dans la description des gisements de sables qu'on a commencé depuis quelques années à y exploiter, nous ne pouvons nous dispenser de dire en passant quelques mots sur les recherches et les travaux commencés depuis peu dans une autre partie du pays, du côté des steppes, et qui ne sauraient manquer d'offrir des résultats importants à plusieurs égards, quoiqu'on ne puisse guère en espérer des bénéfices bien considérables.

3° Plusieurs chaînes de coteaux peu élevés, partant de la saillie la plus occidentale de l'Altaï proprement dit, se prolongent vers l'ouest dans les steppes incultes qu'habitent les Kirghises. Souvent interrompues en apparence, elles forment, pour ainsi dire, des groupes détachés de collines entre la frontière de la Sibérie et une ligne marquée par les sommets de l'Akym-Bett, Yaman-Taou et la hauteur désignée sous le nom de Tertre-Vert. On y voit dominer tour à tour des formations de gneiss granitique, de schiste micacé et de phyllade, et à ce qu'il paraît, c'est surtout cette dernière qui renferme des couches de sable contenant de l'or. Les recherches entreprises dans cette direction, dans le but d'y trouver des gisements propres à être exploités au moyen du lavage, commencées dès l'année 1834, ont été continuées sans interruption depuis cette époque; mais comme nous l'avons annoncé plus haut, les découvertes faites jusqu'à présent n'ont pas été bien remarquables sous le rapport de leur richesse. Les gisements trouvés dans cette partie du pays sont, au contraire, de peu d'étendue, et contiennent de l'or en si petite quantité, qu'ils ne valent presque pas la peine d'être exploités. Nous nous bornerons à citer ceux qui ont encore le plus d'importance, du moins comparativement, c'est-à-dire :

Le gisement Troïtsky, appartenant à la compagnie du marchand Sobnine, dans le district de Kokbektinsk (1), contenant environ 52/96 de zolotnik d'or sur 100 pouds de sable.

(1) On sait qu'une partie de la steppe au delà de la ligne de Sibérie a été divisée en districts, et placée, avec l'as-

Les sables Ivanovsky, propriété de MM. Popoff, encore moins riches, situés dans le même district, ne contiennent que 56/96 de zolotnik sur 100 pouds; le gisement Pétrovsky, dans le district de Kotktchétayevsk, exploité pour le compte de la compagnie des marchands Bolschakoff et Synkoff, contient de même environ 52/96 de zolotnik; et enfin le gisement Voznessensky, appartenant à la même compagnie, n'offre même au lavage qu'un produit de 40/96 de zolotnik sur une pareille quantité de sable.

Au total, tous les établissements d'exploitation organisés dans la steppe des Kirghises, pris ensemble, n'ont guère produit, l'année dernière, au delà de 8 pouds d'or. Très-insignifiants sous ce rapport, ces établissements ont de l'importance, parce que ce sont presque exclusivement des Kirghises qui y travaillent à des conditions stipulées par contrat entre eux et les entrepreneurs. Prenant ainsi peu à peu l'habitude d'un travail non interrompu, les Kirghises perdent insensiblement celle de la vie errante des nomades; ce travail les force, pour ainsi dire, à choisir des habitations stables, et c'est sans contredit pour eux un pas important dans la voie de la civilisation.

Les sables aurifères les plus importants, par leur étendue et les richesses qu'ils recèlent, se

---

sistance des sultans et des anciens des Kirghises, sous une surveillance de police militaire. Les Kirghises sont cependant regardés comme seuls propriétaires du sol, de sorte que les travaux d'exploitation ne sauraient avoir lieu qu'en vertu de contrats conclus avec ces propriétaires. Le gouvernement perçoit une dîme sur les produits de ces lavages.

trouvent dans les contrées entre l'Yéniseï et la Léna, qui nous restent à décrire.

4° Dans cette partie du pays, plusieurs chaînes de montagnes, contre-forts des monts Sayanes, s'en détachent et se prolongent vers le nord, à travers l'immense espace qui s'étend entre ces fleuves dont nous venons de faire mention. Dans quelques parties, elles paraissent changer de direction et tourner vers l'est; mais bientôt un nouveau coude les ramène de rechef vers le nord, et, divisées en un nombre infini de branches secondaires, elles sillonnent le pays dans tous les sens. C'est ainsi qu'on voit dans ce pays de montagnes, tantôt des chaînes régulières, tantôt des groupes de hauteurs en apparence isolées, inaccessibles dans la partie méridionale, près de la chaîne principale des Sayanes, où elles présentent souvent des parois perpendiculaires; ces montagnes finissent, vers le nord, par se perdre peu à peu dans la plaine.

Avant la découverte des sables aurifères, ces rochers et ces vallées n'étaient guère visités que par quelques chasseurs toungouses (1), poursuivant dans ces régions inhospitalières les bêtes à fourrures dont elles abondent, et cette circonstance est cause qu'on n'en connaît encore que les parties dans lesquelles ont pénétré nos intrépides explorateurs cherchant de l'or, qui savent, dans l'intérêt de leur industrie, vaincre toutes les difficultés. Ce n'est donc que de ces parties qu'il est possible de rendre compte.

(1) Les Mandschous (ou Tatares, comme on les appelle dans cette partie du monde), qui règnent sur la Chine, sont, comme on sait, également au nombre des peuples de race toungouse.

La première découverte de sables aurifères dans ce vaste pays de montagnes eut lieu dans sa partie méridionale, sur les bords de la Biriouza, qui forme, par sa réunion avec l'Ouda, le Taséyeff, affluent de l'Angara, sur la gauche de cette dernière. C'est surtout dans cette partie que les montagnes très-élevées, formant des parois, surmontées de sommets couverts de neiges éternelles, offrent un aspect sauvage; du reste, elles ne présentent presque aucune variété sous le rapport de la formation; presque partout, c'est le phyllade qui domine, terminant quelquefois en couches de schiste micace; d'autres fois, mais rarement, en formations de schiste talqueux. De plus, la masse renferme d'assez nombreuses veines de quartz et de diorite, et on y remarque également des couches secondaires de roche calcaire, qui en ont pour ainsi dire pénétré toutes les parties. La présence du diorite indique les points où il existe de l'or. Ces mêmes espèces de roches forment encore le lit sur lequel reposent les gisements de sables aurifères, et ces derniers se trouvent souvent dans ces régions, sur les versants de montagnes en partie très-escarpées, dans une position verticale plutôt qu'horizontale, ou bien suivant les sinuosités du sol, et couvrant ainsi les versants et les sommets de plusieurs petites élévations.

Voici quels sont les gisements les plus remarquables du système Biriouza : d'abord nous citerons celui que l'on désigne sous le nom de Véliko-Nikolaïevsky, sur les bords de la petite rivière Khorma, une des sources de la Biriouza. Appartenant à la compagnie formée par le marchand Tolkatcheff et l'employé Astascheff, ces sables ne produisaient pas dans le commencement moins

de 5 zol. d'or sur 100 pds.; même à présent on en retire encore, par le moyen du lavage, jusqu'à 3 zol. sur 100 pds., et l'année dernière, le total du produit s'est élevé à 78 pds. d'or.

Un autre gisement, qui se trouve un peu plus bas, sur les rives du même cours d'eau, exploité pour le compte des marchands Riazanoff et Balandine, appelé Véliko-Nikolskoï, est plus riche encore, ne contenant pas moins de 6 zol. d'or sur 100 pouds de sable; et dans le cours de l'année 1842, on en a retiré jusqu'à 25 pds. de ce métal.

Ces deux gisements forment la principale richesse du bassin de la Biriouza.

D'autres, bien que d'une moindre étendue, sont cependant plus riches comparativement que la plupart de ceux qu'on exploite à l'ouest de l'Yénisseï, dans les régions dont il a été question dans notre premier article. De ce nombre sont les sables de Biriousinsk, sur la gauche de la Biriouza, au-dessous de l'embouchure de la Khorma, et le gisement Pokroffsky, sur la rive opposée de cette rivière, qui, appartenant à la compagnie Riazanoff et Balandine, contiennent près de 2 1/2 zolotniks d'or sur 100 pouds de sable.

Le gisement Préobrajensky, situé sur la rive gauche de la Biriouza, plus bas que les premiers, propriété de l'employé Goloubkoff, contient même sur 100 pouds de sable jusqu'à 4 zolotniks d'or.

Deux autres gisements, qui se trouvent sur les rives de la Katyschindoga, dont l'un, connu sous le nom de Serguievsky, appartient aux marchands Riazanoff et Cie; le second, Troïtsky, à la compagnie Tolkatcheff, offrent de même au lavage au moins 2 1/2 zolotniks sur 100 pouds de sable. Et

ensemble tous les gisements qu'on exploite dans ce bassin n'ont pas produit en 1842 moins de 115 pouds d'or.

C'est en partant des contrées qu'arrose la Biriouza, que nos explorateurs, étendant de plus en plus leurs recherches dans la direction du nord-ouest, ont traversé la Toungouzka supérieure pour pénétrer dans le pays au delà de cette rivière, et les établissements d'exploitation organisés depuis cette époque dans les vastes régions entre cet affluent de l'Yéniseï et la Toungouzka pierreuse, doivent à cette circonstance le nom de Trans-Toungouzkiens, sous lequel on les désigne habituellement. La nature présente en général dans cette partie du pays un caractère moins sauvage que dans les districts situés puls au midi; les montagnes bien moins élevées, plus accessibles, offrent en même temps, autant qu'on peut en juger d'après le peu de notions qu'on a pu recueillir jusqu'à présent, plus de variétés sous le rapport des formations. A ce qu'il paraît, le phyllade et le schiste talqueux, accompagnés de couches secondaires de roche calcaire dolomitique, s'y présentent comme les formations dominantes; on y voit de même le diorite et le porphyre kératitique; les veines de quartz y paraissent plus nombreuses que sur les bords de la Biriouza, et sur les derniers versants des hauteurs; le long des rives de l'Yénisseï, on remarque en outre des formations de grès rouge à filons de houille.

Les premiers gisements de sables aurifères découverts dans cette région furent trouvés au sein des hauteurs qui séparent les affluents de la Toungouzka supérieure des cours d'eau qui se jettent immédiatement dans l'Yénisseï, et bientôt on eut

la certitude qu'il existait sur ce point des séries de longues suites de gisements des plus riches en métal. En même temps, les explorateurs avancèrent dans la direction du nord et du nord-nord-ouest, dans les montagnes situées entre les cours d'eau tributaires de la Pita et ceux qui vont mêler leurs ondes à celles de la Toungouska pierreuse; heureux dans leurs recherches, ils y trouvèrent des gisements aurifères pour le moins également riches, et en général les sables découverts au delà de la Toungouzka supérieure doivent être regardés, en raison de leur richesse, comme les plus importants de ceux qui sont en Sibérie exploités par des particuliers. En raison de leur grand nombre, la description deviendrait embarrassante, si les gisements ne se trouvaient réunis en groupes dans les bassins d'un certain nombre de cours d'eau; les plus importants se trouvent dans les bassins de la Oudéreïa, de la Mouroschna, de la Pita, et de la Toungouzka pierreuse. Nous commençons par le bassin de la Oudéreïa, où se trouvent principalement les gisements suivants :

Celui qu'on désigne sous le nom de Spasky, sur les bords du grand Pékine, qui se jette dans la Oudéreïa. Dans le cours de toute une année, ces sables n'ont jamais produit au lavage moins de 9 *zolotniks* sur 100 pouds, et la masse de métal qu'on est parvenu à en retirer l'année dernière s'élève à plus de 100 pds. Un des plus importants que l'on connaisse, ce gisement appartient à un seul individu, au marchand Nikita Miasnikoff. Sans doute, il existe des couches de sables aurifères qui, ayant une étendue plus vaste, recèlent au total des richesses encore plus considérables; mais celle-ci n'en est pas moins, par sa richesse

relative, la quantité de métal qu'elle contient comparativement à la masse, et par la facilité de l'exploitation, la plus productive de la Sibérie. Grâce à ces circonstances, le propriétaire est devenu en fort peu de temps un des hommes riches de la Russie.

Le gisement Inokentievsky, sur les bords de la même rivière, au-dessus du premier, propriété du marchand Nicolas Miasnikoff, contient jusqu'à 5 zolotniks d'or sur 100 pouds de sable. Le produit de la campagne de 1842 a été de plus de 28 pouds d'or.

Le gisement Blahodatsky appartient à une compagnie, à laquelle préside l'employé Bounakoff(1). Il se trouve près des sources d'une petite rivière désignée sous le nom du petit Schaorgane, et contenant jusqu'à 4 zol. d'or sur 100 pouds de sable; il a produit en 1842 plus de 10 pds. de ce métal. Un autre gisement, situé sur les bords du même cours d'eau et appelé Pétropavlosky, est un peu plus riche; on y trouve jusqu'à 5 zol. d'or sur 100 pds. de sable, et en tout, on en a retiré, dans le cours de l'année dernière, 36 pds. d'or. C'est le marchand Yakim Riazanoff qui en est propriétaire.

Bassin de la Mouroschna. Le gisement Krestovosdvijensky (de l'exaltation de la Croix), exploité pour le compte des marchands Stchégoloff, et Kouznetsoff, se trouve sur les bords d'un petit affluent de la Mouroschna, qui se jette dans cette

---

(1) Toutes les personnes désignées ici comme employées sont ou retraitées, ou bien en fonctions dans quelque autre province; les employés en activité de service dans la Sibérie même n'ayant pas la permission de prendre part aux entreprises de cette nature.

dernière près de sa source, et qu'on ne désigne encore sous aucun nom. Contenant 8 zol. d'or sur 100 pds. de sable, il en a produit au delà de 44 pds. l'année dernière.

Le gisement Kasansky, situé plus bas sur les bords du même cours d'eau, propriété de l'employé Astascheff, ne produit que 2 zol. d'or sur 100 pds. de sable, et 2 1/2 pds. de ce métal dans le cours d'une année. Au-dessous des deux premiers gisements s'en trouve un troisième appartenant à l'employé Baravkoff, désigné sous le nom de Prokofiesky, qui est de nouveau plus riche que le second. Il contient jusqu'à 4 zol. d'or sur 100 pds. de sable, et en 1842, le total du produit s'est élevé à 4 pds.

Bassin de la Pita. Le gisement Constantinovsky, exploité par les marchands Zotoff et Cie, situé sur les bords de l'Oktolyk, affluent du Vangasch, rivière tributaire de la Tchirimba, qui se jette elle-même dans la Pita; il obtient à peu près 7 1/2 zol. d'or sur 100 pouds de sable. Sur les bords du même ruisseau, de l'Oktolyk, mais plus près de sa source, se trouve le gisement le plus riche qu'on ait trouvé jusqu'à présent, ce qu'il contient d'or étant évalué à plus de 10 zol. sur 100 pds. de sable. Désigné sous le nom d'Olginsky, il appartient à l'employé Malévinsky. Un troisième gisement, découvert dans la partie la plus élevée de la vallée qu'arrose ce ruisseau, exploité pour le compte de l'employé Gouloubkoff et du marchand Kouznetsoff et appelé Platonovsky, ne le cède guère au second sous le rapport de la richesse, puisqu'il ne contient pas moins de 9 zol. d'or sur 100 pds. de sable.

Le premier de ces gisements a produit l'année

dernière 14 1/2 pds. d'or, le second 34 1/2 pds., le troisième plus de 16 pds. (1).

Bassin de la Toungouzka pierreuse. Le gisement Sviatodoukhovsky, sur le ruisseau Schévakhglikon, affluent du Kalami, contenant sur 100 pds. de sable 3 à 4 zolotniks d'or, et ayant produit, en 1842, un peu plus de 6 pds. de ce métal, appartenant au marchand Suloviell. Un autre gisement, qui se prolonge sur les bords du même ruisseau, le gisement Mariinsky, contient plus de 4 zolotniks; un troisième, dans la vallée du Kalami, appelé Alexandro-Emilianovsky, jusqu'à 6 zolotniks; une dernière couche de sables aurifères au-dessous de celle-ci, désignée sous le nom de Nicolaïevsky (2), même 8 zolotniks d'or sur 100 pds. de sable, et en 1842, le gisement désigné ici comme le second de ce bassin, appartenant à l'employé Konovaloff, a produit un peu plus de 4 pouds d'or; le troisième, propriété des marchands Krassilnikoff et Babkoff, jusqu'à 6 pds., et le dernier, exploité pour le compte de la compagnie Goloubkoff, près de 21 pouds.

---

(1) Le total du produit ne dépend pas uniquement de la richesse des sables; le montant du capital que l'entrepreneur peut y employer, le nombre des ouvriers, le plus ou moins de facilités que présente l'exploitation, le volume d'eau dont on peut disposer pour le lavage, et d'autres circonstances encore, surtout le prix des provisions et le plus ou moins de difficultés qu'en offre le transport, exercent dans ces contrées, pour la plupart inhabitées, une influence très-sensible sur la marche des travaux.

(2) Les noms sous lesquels on désigne les gisements de sables aurifères sont dérivés en partie de celui du propriétaire, en partie de celui du saint du jour de la découverte, et, dans quelques cas, de celui du cours d'eau, etc., le plus voisin.

Au total, tous les établissements de lavage organisés au delà de la Toungouzka supérieure ont fourni ensemble, en 1842, plus de 364 pouds d'or.

En y ajoutant les quantités de ce métal provenant des mines ou retirées des gisements aurifères exploités pour le compte de la couronne, ce que la Sibérie a produit d'or dans le courant de l'année dernière (1842) s'élève, en nombres ronds, aux chiffres suivants :

	pouds.
Or extrait au moyen du lavage, tant des gisements de sables appartenant à la couronne, que de ceux qui sont exploités par des particuliers.	632
Or contenu dans l'argent retiré des mines de Kolyvan.	30
Total. . . .	662
Dans le courant de la même année les gisements aurifères des monts Ourals en ont produit. . .	310
Total général. . . .	972

Nota. Ce chiffre n'est qu'approximatif, les derniers *rapports* de la fin de l'année ne nous étant pas encore parvenus, de sorte que le chiffre total pourrait bien, en réalité, être un peu plus élevé.

Il est intéressant de voir combien les résultats des premières tentatives d'exploitations des sables aurifères de Sibérie paraissaient insignifiants, et jusqu'à quel point les progrès y ont été rapides. Voici à quels chiffres s'est élevé successivement le produit des sables exploités dans cette partie de l'empire pour le compte des particuliers ayant obtenu des concessions de terrain à cet effet.

1830	5 pouds	32 livres	59 1/2 zolotniks.
1831	10	18	35 1/2
1832	21	34	68 3/4
1833	36	32	53 3/4
1834	65	18	90 3/8
1835	93	12	46 1/4
1836	105	9	41
1837	132	39	5 1/4
1838	193	6	47 1/2
1839	183	8	16 1/8
1840	255	27	26 3/8
1841	358	33	14 3/4
1842	631	5	21 1/4
Total. .	2.093	38	46

L'année 1839 avait été comparativement défavorable, comme on voit.

Selon toute probabilité, et à moins qu'on ne manque d'ouvriers, le chiffre de l'année 1843 offrira de nouveau sur celui de l'année dernière un excédant très-considérable.

Pour compléter l'aperçu des résultats qu'a offerts jusqu'à présent l'exploitation des riches gisements de sables aurifères découverts depuis peu en Sibérie, il nous reste à ajouter aux détails reproduits quelques mots sur les dispositions administratives faites dans le but de surveiller et de régler la marche des travaux entrepris pour le compte des particuliers.

On sait que dans toute la Sibérie, la propriété du sol appartient presque exclusivement à la couronne. Les paysans, établis dans les villages de ces vastes solitudes encore presque incultes, possèdent les terres qui leur ont été concédées aux mêmes conditions que les paysans habitant les domaines de la couronne dans le reste de l'empire, et quant aux déportés envoyés dans ces régions lointaines, ils sont ou condamnés aux tra-

vaux forcés, ou simplement à la peine de la déportation. Les premiers sont employés dans les mines de Nertchinsk, les seconds, qui forment la très-grande majorité, sont distribués dans les villages, où ils commencent par entrer comme laboureurs au service des paysans. Un grand nombre parmi ces derniers acquiert en assez peu de temps les moyens de s'établir dans des fermes nouvelles; bien qu'ils soient comme de raison placés sous une surveillance spéciale, on leur accorde toutes les facilités nécessaires pour qu'ils puissent disposer, de la manière la plus avantageuse, de leur travail. Ce mode de déportation est, comme on voit, une *punition* bien moins sévère que la peine de l'emprisonnement, dont les suites se font sentir ailleurs d'une manière si défavorable sous plusieurs rapports.

Les particuliers qui voudraient explorer les montagnes de la Sibérie orientale dans le but d'y trouver de l'or, ne peuvent entreprendre de semblables recherches sans avoir obtenu, de la part du ministère des finances, une licence à cet effet. Le nombre des permissions accordées par les autorités compétentes est assez considérable; celui des établissements d'exploitation effectivement organisés ne l'est pas autant, parce qu'il arrive souvent, malgré la richesse de ces montagnes, qu'un entrepreneur cherche en vain, et perd même les frais qu'exigent toujours les explorations dans ces contrées inhabitées. Dès qu'un de ces explorateurs autorisés trouve quelque gisement de sables aurifères, il y élève des pieux, un signal quelconque, pour marquer l'endroit, et donnant aussitôt avis aux autorités subalternes, il s'adresse aux autorités supérieures pour obtenir que l'étendue du terrain, désignée habituellement sous le nom

de Parcelle, lui soit concédée dans ces lieux. D'après les règlements en vigueur, et dans lesquels sont prévus tous les cas qui peuvent se présenter, l'étendue d'une semblable parcelle ne saurait excéder certaines limites, et le même individu ne peut jamais en posséder deux contiguës l'une à l'autre.

Le droit prélevé au profit du gouvernement sur les produits des gisements exploités pour le compte des particuliers était d'abord fixé à 15 p. 100 du produit brut; plus tard, les facilités qu'offre le travail sur plusieurs points, et la richesse des sables, ont permis d'élever le taux de cette redevance jusqu'à 20, et dans quelques cas même jusqu'à 25 p. 100 du total. De plus, les entrepreneurs sont tenus de payer 4 roubles par livre d'or retirée des sables pour les frais de surveillance des districts des mines.

Si, dans le cours des travaux, quelque prairie, quelque champ se trouve être endommagé, l'entrepreneur est dans l'obligation d'indemniser le paysan qui en a la jouissance, et dès que le gisement se trouve être épuisé, la propriété du sol revient à la couronne. Les employés du gouvernement, chargés dans chaque district de marquer sur le sol l'étendue des parcelles concédées, et de mettre en possession les concessionnaires, veillent de plus à ce que toutes les quantités d'or retirées des gisements soient régulièrement enregistrées sur les livres tenus à cet effet.

Cet or doit être remis par le propriétaire à l'administration des mines de l'Altaï; après avoir été essayé une première fois, il est expédié par cette dernière, sous la surveillance de quelques employés, à l'hôtel de la Monnaie, à Saint-Pétersbourg. C'est là qu'on en fait l'essai définitif, qui

permet d'en fixer au juste la valeur, et le droit que réclame le gouvernement, les 4 roubles par livre, dont nous avons parlé plus haut, et le montant des frais de monnayage, étant déduits du total, le reste est remis au propriétaire en pièces de 5 roubles d'or. Dans le cas où un payement plus prompt deviendrait nécessaire au propriétaire pour la continuation des travaux, une partie de cette somme peut même être soldée à compte, avant l'évaluation exacte et définitive, par la direction des mines de l'Altaï.

Le lavage des sables est effectué sur des plans inclinés de différentes constructions, et à l'aide de machines également variées, inventées en partie dans le pays même à mesure que le besoin s'en faisait sentir, et mises en mouvement soit par des roues hydrauliques, soit par des chevaux, souvent même à force de bras. En dernier lieu, quelques entrepreneurs se sont occupés d'y introduire la vapeur comme force motrice. La partie la plus pénible des travaux, et qui souvent exige le plus de frais, c'est le charroi des sables, dont il faut transporter d'immenses quantités des bas-fonds, où ils se trouvent déposés le plus souvent, aux points où les cours d'eau ont assez de volume pour qu'on puisse y organiser les établissements de lavage. Nous avons vu, dans nos précédents articles, que ce n'étaient pas les sables les moins riches qui produisaient par 100 pds. 1 zolot. de métal; or, il ne faut pas moins de 9,600 pds. de sable de cette qualité pour obtenir une livre d'or, et jusqu'à 384,000 pouds pour obtenir 1 poud de ce métal. Dans quelques parties de ces montagnes, on voit, de plus, le travail quelquefois arrêté, parce qu'à certaines époques de l'année l'eau vient à y manquer, et, en général, on ne travaille en Si-

bérie que pendant l'été, tandis qu'au pied de l'Oural l'activité des établissements de lavage ne s'arrête pas même en hiver, les ateliers étant construits de manière à pouvoir être chauffés.

Quant aux ouvriers qu'on y emploie, ils appartiennent presque exclusivement à la classe des déportés ; et, en 1842, on n'en comptait pas moins de 11,000 seulement dans la Sibérie orientale. Ces gens y travaillent aux conditions débattues de gré à gré avec les entrepreneurs. Le contrat ayant été conclu sous les yeux des magistrats de la commune dans laquelle ils ont leur domicile, c'est-à-dire du chef et des anciens, élus par les habitants du canton, et des arrhes ayant été données, ils se rendent aux lieux désignés sous la conduite d'un ancien choisi parmi les ouvriers mêmes, et, à l'approche de la mauvaise saison, ils retournent dans le même ordre. Chaque ouvrier est muni d'un livret, sur lequel on marque le nombre des journées de travail fournies par lui, ainsi que la valeur des objets qui lui sont délivrés avant la liquidation définitive des comptes; le reste des salaires accordés par l'entrepreneur, déposé dans une caisse commune, est transporté au village sous la garde de l'ancien. Ce reliquat est d'ordinaire assez considérable, l'activité croissante qui règne dans les établissements d'exploitation ayant fait monter le prix du travail à un taux comparativement très-élevé, sans compter que le propriétaire est tenu de fournir aux ouvriers, pendant tout le temps qu'ils passent dans les montagnes, d'abondantes provisions. La consommation de viande est même devenue tellement considérable dans les établissements de lavage, qu'on se voit dans la nécessité d'y amener des bestiaux de fort loin ; de manière que cette partie des approvi-

sionnements présente souvent d'assez grandes difficultés. C'est de même l'entrepreneur qui fournit tous les outils et instruments à ses frais, et les objets dont les ouvriers peuvent avoir besoin à un taux fixé par les autorités compétentes.

Le vendredi appartient aux ouvriers; ce jour-là ils travaillent pour leur propre compte, mais sans avoir cependant la faculté de disposer à leur gré de l'or qu'ils trouvent. Ils sont tenus au contraire de le vendre au propriétaire à un prix fixé au-dessous de la valeur réelle, et cet usage a été universellement introduit dans le but de neutraliser en quelque sorte les effets de la fraude. On espère que les ouvriers profiteront de cette occasion pour se faire payer à un taux modique, non-seulement l'or produit ce jour-là, mais encore les petits grains qu'ils sont peut-être parvenus pendant le reste de la semaine à soustraire à la vigilance des chefs d'ateliers, et qu'ainsi aucune partie du métal ne sera du moins égarée. Dispositions sages, qui ne sauraient cependant rassurer entièrement sur les fraudes qui peuvent avoir lieu parmi les ouvriers, surtout dans l'Oural, où les Boukhares se chargent volontiers de vendre l'or dérobé par eux.

Il est aisé de concevoir que la réunion d'un si grand nombre d'ouvriers, appartenant à une classe qui mérite naturellement peu de confiance, a rendu nécessaires quelques mesures de précaution. C'est ainsi que les anciens, choisis parmi les ouvriers mêmes, sont autorisés, dans certains cas, à dicter, concurremment avec les hommes les plus considérés de la compagnie, de légères peines correctionnelles. Le débit des boissons fortes est entièrement défendu dans les districts des mines, et jusqu'à une distance considérable

de leurs limites; des détachements de cosaques veillent au maintien de l'ordre; des employés civils suivent dans les établissements de lavage la marche des travaux, et de plus, des officiers supérieurs du corps des gendarmes sont chargés de surveiller les différentes subdivisions des districts. Grâce à ces dispositions, l'ordre, qui n'a jamais cessé de régner dans ces nombreux établissements, ne laisse rien à désirer.

Quant à la surveillance des travaux sous le rapport économique, ce sont ou les propriétaires eux-mêmes qui s'en chargent, ou leurs fondés de pouvoir, choisis parmi les habitants des villes voisines; les emplois subalternes sont confiés soit à des gens appartenant à la même classe, soit à d'anciens soldats.

Nous ajouterons encore que l'exploitation de ces sables, qui enrichit tant d'individus, est en même temps de la plus haute importance, non-seulement pour la Russie en général, mais encore pour les progrès de la richesse nationale dans cette partie reculée de l'empire, dans la Sibérie, bien que les capitaux que présente l'or retiré des sables suivent constamment une autre direction. Les travaux d'exploitation, et les approvisionnements exigés par tant de nouveaux établissements, ont nécessairement pour résultat de faire hausser le salaire du travail et de donner de la valeur aux produits de l'économie rurale, dans un pays qui, en raison de son éloignement et de la difficulté des communications, ne pouvait guère jusqu'à présent faire valoir ses richesses agricoles.

SUR LA PÉPITE D'OR

Récemment découverte dans l'Oural.

(Extrait d'une lettre de M. DE KOKCHAROFF, officier au corps impérial des mines, à M. DE HUMBOLDT.)

La pépite récemment découverte dans l'Oural est la plus grande que l'on connaisse dans le monde entier. Elle a été trouvée dans les sables aurifères de Miask, situés dans le district de l'usine de Zlatooust, non loin des mines si renommées de Tzarevo-Nikolaefsk et de Tzarevo-Alexandrofsk, dans l'Oural méridional. Ces deux mines, que vous avez visitées avec tant d'intérêt, ont donné déjà jusqu'ici, comme vous le savez, près de 400 pouds (6552 kil.) d'or, et plus d'une fois on y a recueilli des pépites très-remarquables. C'est ainsi qu'en 1825, on y a trouvé la fameuse pépite pesant 24 phounds 68 zolotniks (10$^{kil.}$,118). Toutefois, ces mines commençant à s'épuiser dès l'année 1837, on fut forcé de faire des explorations à proximité le long du ruisseau Tachkou-Targanka, ce qui amena bientôt la découverte d'un gîte de sables aurifères d'une teneur fort riche, bien que circonscrit dans un espace fort limité. Ce gîte une fois exploité, on fit écouler l'étang qui avait servi au lavage du sable aurifère le long de la rivière Tachkou-Targanka, et on commença des recherches au fond de cet

étang. Leur succès fut complet. D'abord on découvrit une couche de sable aurifère d'une étendue assez considérable, dont la teneur d'or s'élevait jusqu'à 8 zolotniks par 100 pouds (proportion extrêmement riche, attendu que les sables d'une contenance de 1 1/2 zolotnik sur 100 pouds sont considérés déjà comme fort avantageux à être exploités). Puis, d'autres gîtes furent découverts d'une teneur encore plus considérable qui terminèrent les exploitations de toute la vallée de Tachkou-Targanka, à l'exception du terrain occupé par l'établissement destiné aux lavages. Dans le courant de 1842, on poussa les travaux sous les fondements de cet établissement. Les premières tentatives ne furent pas heureuses, mais bientôt on découvrit un espace d'une richesse fabuleuse, puisqu'on obtenait de 50 à 70 zolotniks d'or par 1 poud de sable. Au reste, l'étendue de cet espace était assez limitée : sa largeur était de 3/4 d'archine, son épaisseur d'environ 2 1/2 verchoks; sa longueur était également peu considérable. Enfin, le 26 octobre 1842, on trouva la pépite-monstre du poids de 2 pouds 7 phounds et 92 zolotniks ($36^{kil.}$,020758). Cette pépite reposait sur la strate en diorite de la couche de sable aurifère à une profondeur de 4 1/2 archines (3 mèt.) de la surface du sol et sous l'angle même de l'établissement. La pépite en question est déjà arrivée à Saint-Pétersbourg, et placée au musée de l'Institut des ingénieurs des mines (1).

Une découverte qui mérite également de fixer l'attention, c'est un gîte de sables aurifères sur la

(1) Selon Kupffer (Travaux de la commission des me-

rive gauche de la même rivière, au-dessus de la digue, renfermant un nombre considérable de pépites; jusqu'ici, on en a extrait 52 pesant chacune de 1 à 7 livres russes.

NOTE DE M. DE HUMBOLDT.

Le plus grand morceau de platine trouvé jusqu'ici à Nijni Tageulsg, pèse 20 livres russes 34 zolotniks.

Pépite d'or trouvée à Miask, 1826.	10kil,118
Pépite d'or trouvée aux États-Unis, *dans le* comté d'Anson (Caroline du Nord), 1821	21 ,70
Grano de oro trouvé dans le Rio Hayna (1502), et tombé au fond de la mer (voyez mon Examen critique de la Géographie du nouveau continent, t. III, p. 330).	14 ,500
Pépite-monstre de Miask trouvée en 1842.	36kil,020

Selon la lettre de M. le comte de Cancrine, du 3 décembre 1842, la Sibérie, à l'est de

sures et des poids dans l'empire de Russie, 1841, t. I, page 331),

1 kil. = 2 livres russes 42 zolotniks et 40,54 dolei.
Donc 1 poud = 16kil.,381.
1 livre russe = 0kil.,4095.

1 poud = 40 livres russes.
1 livre russe = 96 zolotniks.
1 zolotnik = 96 dolei.

1 archine = 0m,711.

l'Oural, a produit, en 1842, la quantité de 479 pouds d'or = 7.846 kilogrammes, et la Russie entière probablement, 970 pouds d'or = 15.889 kilogrammes.

DE L'EMPLOI

Des gaz combustibles du haut-fourneau de Veckerhagen (Hesse-Cassel);

Par M. C. PFORT, Directeur de cette usine.

(Traduit par M. DEBETTE, Élève-Ingénieur des mines.) (1).

La possibilité d'utiliser les gaz combustibles qui se dégagent des hauts-fourneaux et des feux d'affinerie a été annoncée depuis longtemps par les chimistes français. On employa d'abord les flammes perdues des hauts-fourneaux pour la cuisson de la chaux et le grillage des minerais de fer; on se servit ensuite des flammes perdues des feux d'affinerie pour échauffer préalablement la fonte et les massiaux d'affinage dans des fours à réverbère dits *Gluhofen*, et plus tard, on utilisa les flammes des hauts-fourneaux et des feux d'affinerie pour l'échauffement de l'air, la torréfaction et la carbonisation du bois, et le chauffage des machines à vapeur, etc.

Dès 1837 et 1838, on chercha dans plusieurs usines d'Allemagne et de France à employer les produits gazeux des hauts-fourneaux à la fusion de la fonte dans des fourneaux à réverbère et dans des hauts-fourneaux.

Le premier procédé fut le seul qui réussit, et

(1) Les mesures indiquées dans cette notice sont les mesures du Rhin.

(Extrait des *Studien des göttingischen Vereins bergmännischer Freunde*. 1842. 5e vol., pag. 1.)

M. Faber Dufaur parvint à fondre, à Wasseralfingen, une grande quantité de fonte dans un fourneau d'essai établi près du gueulard.

Cette même année 1838, après avoir eu l'occasion d'entreprendre, avec le professeur Bünsen, un examen précis des propriétés des gaz des hauts-fourneaux (voir Annales des mines, 3ᵉ série, vol. 16, page 201), je m'occupai des mêmes recherches, et parvins à fondre la fonte dans un petit fourneau à réverbère placé près de l'embrasure de la tuyère et tout à fait analogue au weissofen (fourneau de mazéage) de Kœnigsbronn (Wurtemberg), décrit (Annales des mines, 3ᵉ série, vol. 14, page 84) par M. de Billy.

La prise des gaz, qui avait lieu à 9 pieds au-dessous de la plate-forme du gueulard, altéra tellement l'allure du haut-fourneau, qu'on dut renoncer à ces essais. Le fourneau n'avait alors que 22 pieds de hauteur et prenait une allure crue aussitôt que l'on employait les gaz à échauffer l'air ainsi qu'un petit four à réverbère.

L'année suivante (1839) la hauteur du haut-fourneau fut portée à 32 pieds; on dut en outre faire des essais sur la carbonisation du bois au moyen des flammes perdues du gueulard, et comme on pouvait disposer d'une grande quantité de vent, on continua les essais précédents sur la *fusion*, le *mazéage* et l'*affinage* de la fonte dans des fours à gaz (*gas ofen*).

A cette époque, les heureux résultats obtenus à Wasseralfingen vinrent lever tous les doutes à cet égard; cependant il restait toujours à examiner s'il était nécessaire d'établir la prise de gaz à une profondeur de 10 à 12 pieds au-dessous du

gueulard, ou s'il serait possible d'arriver aux mêmes-résultats en prenant le gaz à une profondeur moindre, 5 pieds par exemple, ce qui, du moins dans le cas du fourneau qui nous occupe, aurait eu l'avantage de n'avoir aucune influence fâcheuse sur son allure et sur la consommation en combustible. Faute de place dans la halle de fonderie, on plaça le fourneau d'essai sur le pont du gueulard à 10 pieds du haut-fourneau et devant les fours de carbonisation, dont on utilisa les tuyaux de conduite pour les gaz; ces tuyaux étaient en fonte et avaient 10^{pouces},08 de diamètre intérieur.

Un canal A large de 11 pouces conduit les gaz dans le fourneau à réverbère, dont la disposition est indiquée par les figures 1, 2, 3, *Pl. I.*

Les gaz passent du canal A dans la caisse en fonte B, dans laquelle se trouve la boîte à vent C, qui est fermée sur la face qui regarde le pont, par une plaque en fonte facile à changer et garnie de 5 buses. Les buses ont la même inclinaison que le pont D, qui est très-légèrement incliné vers la sole. La conduite du vent, aussi bien que la direction, le nombre et la longueur des buses, semblent être de la plus grande importance pour la réussite. Plusieurs expériences faites en faisant varier le nombre, la longueur et la section des buses, ont indiqué les dispositions représentées *fig.* 2 et 3, comme les plus convenables.

La sole E du fourneau est à quelques pouces en contre-bas du pan, et est inclinée d'un pouce vers le trou de coulée G. Le rampant F a 1 1/2 de hauteur et la même largeur que la sole.

L'air qu'on lance dans le fourneau après avoir

passé dans un appareil formé de 4 tuyaux mi-plats chauffés par la flamme perdue du four à réverbère, se rend par le tuyau H dans la boîte à vent C. On préserve de l'action du feu les gaînes de l'appareil à air chaud en les enterrant dans le sable.

I est une tuyère servant à injecter de l'air froid dans le fourneau pendant le mazéage, et K le tuyau de conduite qui la dessert. Sur ce tuyau est un vase L (*fig.* 3), destiné à recevoir les matières qui doivent être projetées à la surface du bain fluide dans certaines opérations, comme dans la préparation de l'acier naturel.

Il y a dans les conduites de gaz combustible et d'air des registres en *x* et *w* qui mettent à même de régler l'arrivée de ces différents gaz en quantité convenable.

La disposition adoptée pour la prise des gaz est toujours restée la même dans toutes les expériences.

Deux cylindres de fonte *a*, *b* (*fig.* 4 et 5) de 5 pieds de haut et de 1 pouce d'épaisseur forment le gueulard du haut-fourneau. Le cylindre intérieur *b* est le prolongement de la partie intérieure de la cuve, et est suspendu dans le cylindre extérieur *a*, de telle sorte qu'il existe entre les deux un anneau circulaire de 6 pouces d'épaisseur, par lequel s'établit la prise de gaz. Au milieu de la hauteur du cylindre *a* sont pratiqués trois canaux rectangulaires *c*, *d*, *e*, munis de registres pour conduire au besoin les gaz combustibles :

1° Par le canal *c*, dans l'appareil à chauffer l'air lancé dans le haut-fourneau, appareil qui est placé près de l'embrasure de tuyère ;

2° Par le canal *d*, dans la chaudière d'une machine à vapeur de la force de 6 chevaux;

3° Par le canal *e*, dans les appareils de carbonisation et le four à gaz (*gas ofen*).

Résultats obtenus dans le four à gaz (gas ofen). Lorsque, dans une bonne allure du haut-fourneau, on fait arriver les gaz dans le fourneau à réverbère, on voit aussitôt se jouer sur la sole une flamme bleue passant au rouge et au jaune, dont la rapidité et l'éclat augmentent dès qu'on y fait arriver de l'air. Après peu de temps, les parois du fourneau atteignent le rouge sombre; à mesure que l'appareil à air chaud fonctionne mieux, la flamme devient plus intense. Au bout de 7 à 8 heures, le four a atteint la température rouge-cerise. Si l'on charge alors de la fonte en augmentant l'arrivée des gaz et de l'air chaud, on atteint, au bout de 2 heures, la chaleur nécessaire pour la fusion, qui s'élève bientôt au blanc le plus vif.

Lorsque le premier mazéage ou puddlage est terminé, les opérations subséquentes marchent beaucoup plus vite, parce que le fourneau et l'appareil à chauffer l'air sont déjà échauffés, et l'on peut continuer, sans interruption, le travail jusqu'à ce qu'il soit nécessaire de réparer la sole.

Je ne puis encore donner des résultats certains sur ce travail, comme la durée et le déchet de l'opération, par suite d'obstacles qui ont empêché un travail bien continu du four à gaz. Il m'a de même été impossible jusqu'ici, par manque de temps, de compléter les recherches que j'avais entreprises sur la dépense en vent et en gaz combustibles.

Le but principal de ces recherches, qui consistait à examiner si l'on pouvait établir la prise des gaz à une faible hauteur, au-dessous du gueulard, est donc atteint, et par suite, on peut donc éviter tous les dérangements fâcheux que produit dans l'allure du haut-fourneau une prise de gaz située à une grande profondeur.

La disposition employée pour la prise des gaz est fort à recommander ; on pourrait cependant, sans crainte d'altérer la durée des cylindres, les allonger de quelques pieds, ce qui offrirait l'avantage de rendre l'écoulement des gaz plus indépendant de la descente des charges, et en outre, d'avoir moins de vapeur d'eau dans ces mêmes gaz.

Pour me convaincre des propriétés des gaz pris à une plus grande profondeur, je surmontai le gueulard d'un cylindre en tôle de 6 pieds 3/4 de haut, ce qui porta la hauteur totale du fourneau à 38 pieds 3/4, et la prise de gaz de 11 3/4 à 12 pieds au-dessous du gueulard. Après 72 heures de travail, on ne remarqua aucun changement dans l'allure du haut-fourneau et le travail au four à gaz. Le cylindre en tôle avait acquis extérieurement une chaleur un peu supérieure à celle que la main peut supporter.

Les obstacles dont j'ai parlé ci-dessus, que j'ai rencontrés au travail au four à gaz, viennent principalement de ce que la quantité de gaz que le haut-fourneau produit dans une bonne allure n'est pas suffisante par suite des dispositions ultérieures que j'ai mentionnées, pour alimenter à la fois le fourneau à gaz et l'appareil à air chaud du haut-fourneau. Car, chaque fois que le travail au

fourneau à gaz eut lieu, l'appareil à air chaud du haut-fourneau se refroidit, ce qui amena un changement momentané dans l'allure du haut-fourneau, et força, pour la rétablir, d'interrompre le travail au fourneau à gaz.

Un haut-fourneau qui consomme 6,000 kil. de charbon de bois par jour, comme celui de Veckerhagen, ne peut donc alimenter un four à gaz que dans le cas où l'on emploierait la totalité des gaz dans le travail de ce dernier, et où les deux appareils à chauffer l'air seraient chauffés par la flamme perdue du four à gaz, ce qui est facile à réaliser, en ayant soin, toutefois, de mettre l'appareil à chauffer l'air du haut-fourneau en communication directe avec le canal de conduite des gaz par un tuyau muni d'un registre, afin de pouvoir continuer l'échauffement de l'air lancé dans le haut-fourneau pendant les chômages du fourneau à gaz. Il ne serait pas convenable d'employer le même appareil à chauffer l'air pour le haut-fourneau et le four à gaz; car l'air injecté dans le four à gaz doit avoir une température qui dépasse 300° à 350° C., et l'on sait, par expérience, que cette température serait beaucoup trop élevée pour le haut-fourneau.

Je ferai remarquer ici en terminant, qu'il est très avantageux de lancer de l'air chaud parmi les gaz du haut-fourneau qui sont employés dans les appareils dont on se sert pour échauffer l'air, ainsi que dans les gaz qui alimentent les fours à réchauffer (*gluh ofen*), annexés aux feux d'affinerie. Dans ce cas, du reste, on ne peut employer ce procédé que lorsqu'il arrive toujours beaucoup de gaz dans les fours à réchauffer par suite d'une

grande consommation en charbon, conséquence d'un affinage rapide et d'une forte production journalière; dans le cas contraire, le four à réchauffer se refroidira d'une manière périodique.

NOTE

Sur les mines de l'Algérie (1);

Par M. RENOU, ancien élève externe de l'École des mines, et membre de la commission scientifique de l'Algérie.

Quoique l'Algérie ne soit pas un pays très-riche en mines, elle en possède pourtant quelques-unes qui sont, sous tous les rapports, dans des conditions favorables à des établissements industriels, et qui paraissent destinées à devenir l'objet d'exploitations importantes.

Ces mines sont de nature assez variée, et quoique j'aie principalement en vue d'exposer le résultat de mes observations sur les mines métalliques, cette note comprendra aussi les mines de sel gemme et les affleurements de lignite des environs de Constantine.

Les mines métalliques offrent deux modes de gisement bien distincts; les unes sont dans les roches primitives, les autres dans les terrains crétacés et jurassiques.

Le tableau suivant présente les différentes mines qui font l'objet de cette note : j'aurai de plus quelques mots à dire sur d'autres gisements moins importants et moins bien connus.

(1) La notice qu'on va lire n'est qu'un extrait d'un travail plus étendu dans lequel j'ai exposé l'état de nos connaissances sur les différentes ressources que le règne minéral peut offrir à l'industrie : ce travail n'est lui-même qu'une partie du travail géologique dont j'ai été chargé dans la commission scientifique de l'Algérie.

Fer magnétique des environs de Bône.

Cuivre dans les environs de Constantine.

Lignite près de Smendoue.

Sel gemme près de Mila.

Plomb du Bouthaleb.

Oxyde de manganèse } des environs d'Alger.
Plomb sulfuré }

Cuivre gris } du bois des Oliviers, entre le col de
Fer carbonaté } Mouzaïa et Médéah.

Fer carbonaté près Miliana.

Plomb des Ouanseris.

Fer }
Plomb } au sud de Mascara.
Cuivre }

Minerai de fer magnétique près de Bône.

Les environs de la ville de Bône renferment des filons de fer oxydé magnétique, ou fer oxydulé, qui m'ont paru très-considérables; ces filons suivent à peu près les couches du terrain ancien qui consiste principalement dans cette zone en micaschistes à staurotides et à grenats, avec des couches intercalées de calcaire saccharoïde blanc ou gris. Ces filons et ces couches plongent à peu près vers l'E.-S.-E, sous un angle de 60° ou 80°. Les premiers se voient le plus développés au Bou-Hamra, colline isolée, de 150 mètres, distante de Bône de 3500 mètres; mais ils se prolongent au S.-O. vers les collines de Belelieta, et au N.-E. vers la ville de Bône, après laquelle ils viennent encore montrer quelques affleurements au bord de la mer.

Ces mines ont été exploitées autrefois, ainsi qu'on le reconnaît à la surface du sol, et principalement par les scories abondantes qu'on trouve au pied de ces collines et dans toute la plaine qui

les sépare de Bône. Il y a d'ailleurs des auteurs arabes qui parlent de ces exploitations.

Ces mines sont dans une position très-favorable; les minerais sont très-riches, ils paraissent de bonne qualité; je n'ai pu y trouver d'autres minéraux en mélange que du fer oligiste et un peu de fer oxydé hydraté.

Le bois y peut arriver avec la plus grande facilité, soit des forêts de l'Edough, voisines de Bône du côté de l'ouest; soit du pays des Beni-Salah, par la rivière de la Seibouse; soit enfin par mer, des forêts de la Calle. On pourrait même traiter le minerai à la houille, dont le prix n'est pas très-élevé à Bône. On m'a dit qu'on pourrait se la procurer à 3 fr. 50 c. les 100 kil. Les bâtiments de commerce entrent dans la rivière et peuvent arriver jusqu'au pied du Bouhamra.

Il n'existe dans les environs aucun cours d'eau qui puisse faire mouvoir des souffleries ou toute autre machine utile à une usine, et c'est là la seule difficulté qu'il y aurait à l'établissement de fourneaux à fer auprès des mines elles-mêmes. On parviendrait sans doute à s'y procurer facilement des ouvriers, dont une partie pourraient être arabes comme cela se pratique toujours à présent en Algérie.

On trouve aussi aux environs de Philippeville un peu de fer magnétique, près de l'embouchure de l'Oued-Sefsaf; et quelques petits filons de fer oligiste. Ces minéraux sont aussi dans des roches anciennes comme ceux de Bône.

A 43 kilomètres au S.-E. de Constantine, il existe une mine de cuivre qui a été exploitée du temps des Romains; elle est près d'Aïn-Nhas qui doit son nom à son voisinage. Les Arabes disent qu'il y a encore de grandes excavations dans les-

quelles on peut descendre. Les différents renseignements sont parfaitement d'accord sur l'existence de ces mines dont il est aussi fait mention dans plusieurs auteurs latins qui disent qu'on condamnait les chrétiens à y travailler dans les premiers siècles de notre ère.

Il serait important d'entreprendre quelques recherches dans cette localité qui est très-facile à parcourir, et qu'on explorerait assez facilement avec de petites escortes.

Cette contrée ne manque pas d'eau, mais elle est très-déboisée, ce qui serait un grand obstacle au traitement des minerais sur place. On trouverait aussi difficilement la force motrice nécessaire à une usine.

Mines de plomb du Bouthaleb.

Le mont Bouthaleb, situé à 50 kil. au sud de Sthif, renferme des mines de plomb très-considérables qui sont exploitées par les Kabyles; on en exporte aussi de la galène, qui se vend sur différents marchés de l'intérieur. Il paraît que ces montagnes sont très-arrosées et couvertes de belles forêts; les sommets atteignent 1815 mètres au-dessus de la mer, et environ 800 à 1000 mètres au-dessus des plaines voisines. De Sétif, on atteint le pied de ces montagnes sans quitter la plaine, mais ensuite les abords en sont extrêmement difficiles, et les habitants ne nous ont jamais été soumis. La question de l'opportunité de l'exploitation doit d'abord être résolue par le gouvernement.

Ces mines, comme les précédentes, doivent être dans le terrain crétacé inférieur ou le terrain jurassique.

Environs de Bougie.

Il existe tout près de Bougie un territoire occupé par la tribu de Beni-Sliman, d'où les Kabyles ont apporté plusieurs fois des échantillons de fer oligiste, de pyrite de fer, de cuivre sulfuré et de gypse. Nous savons seulement que ces Kabyles fabriquent une assez grande quantité de fer, de qualité médiocre, d'après leur propre opinion. Il n'est guère à espérer qu'on puisse, avant un temps assez éloigné, fonder des établissements industriels dans cette localité.

Mines de cuivre et de fer du bois des Oliviers.

Ces mines, reconnues pour la première fois en 1830 par M. Rozet, et qu'on connaît à présent sous le nom de *Mines de cuivre du Téniah*, sont situées à 14 kil. de Médiâh et 30 de Blidah, près le lit de la Chiffa; elles sont au pied du Mouzaia du côté du sud, et à 500 mètres environ au-dessus de la mer.

Lorsqu'on va du col de Mouzaia à Médeah, il est impossible de ne pas remarquer cette localité. Le terrain crétacé inférieur, composé en cet endroit de marnes grises feuilletées, est traversé par des filons de fer carbonaté, au milieu desquels se voient ceux de cuivre gris. Il y a aussi un peu de baryte sulfatée, et par suite de l'altération atmosphérique du cuivre carbonaté vert ou bleu. Tous ces minéraux résistent plus à la destruction superficielle que les marnes qui les entourent, et alors ils forment des murailles de 1 ou 2 mètres de hauteur, d'autant d'épaisseur, et qui, en nombre assez considérable, forment des crêtes parallèles entre elles et à la direction des couches du Mouzaia (E 15° N).

La richesse et l'importance de ces mines me paraissent incontestables; elles donneraient lieu à deux usines l'une pour le traitement du fer, et l'autre pour celui du cuivre. Rien de plus facile que de casser et de trier ces deux minerais qui sont toujours très-nettement séparés. Il y a beaucoup d'eau et de bois aux environs, et les débouchés seraient très-faciles, au moyen d'un embranchement à la nouvelle route de Médeah à Blidah : on évite ainsi le col de Mouzaia.

Quelques essais faits par M. Berthier ont montré que ces minerais contiennent beaucoup d'antimoine. On n'en a pas encore d'analyse complète.

Nous devons aussi à M. Berthier plusieurs essais de minerais de fer recueillis au nord des mines de cuivre, ainsi que d'un minerai de Miliana et d'un fer magnétique de Bône. Tous ces minerais sont extrêmement riches.

Mine de fer de Miliana.

Il existe près de Miliana des filons de fer carbonaté et de fer oligiste qui fournissent des minerais très-riches; Abd-el-Kader y avait fait commencer un haut-fourneau. Je ne connais cette localité que par renseignements.

Mine de manganèse des environs d'Alger.

Au commencement de 1840, je découvris dans le Bouzaréa, à 3 kil. d'Alger, des filons importants de manganèse oxydé qui existent dans les micaschistes, à peu près au contact d'une couche considérable de calcaire saccharoïde du même terrain. Leur direction est à peu près E.-O. et ils plongent sous un angle assez grand vers le sud.

Un industriel recommandable d'Alger, M. Fle-

chey, a déjà sollicité la concession de cette mine ; il y a entrepris depuis assez longtemps, d'après mes indications, des recherches dont les résultats lui paraissent satisfaisants. Il a d'ailleurs fait essayer ce minerai qui donne du chlore abondamment et avec facilité (1).

Cette mine est située à 300 mètres environ au-dessus de la mer; et son exploitation, qui n'exigerait que la construction d'une route, est une de celles qui auraient le plus de chances de succès.

Mine de plomb de Bouzaréa.

On a trouvé, il y a quelques années, des filons de galène à 4 kil. d'Alger, et sur le versant opposé aux filons de manganèse; ils sont dans un calcaire saccharoïde qui appartient aux mêmes roches primitives. Je ne saurais rien dire de la puissance des filons, mais il serait très-intéressant d'y faire quelques fouilles; ils paraissent dirigés à peu près E.-O. comme ceux de manganèse. Ils sont accompagnés de quartz et d'un peu de blende.

Un essai fait à l'École des mines en août 1838, a donné les résultats suivants :

1 de minerai lavé à l'augette a donné 0,739 de plomb, et 0,00222 d'argent.

Les boutons d'argent traités par l'acide nitrique ont laissé un petit résidu d'or.

Mines de plomb de l'Ouanseris.

Le mont Ouanseris, d'environ 1800 mètres de

(1) D'après les essais faits à l'École des mines, le minerai de manganèse d'Alger équivaut à $\frac{75}{100}$ de son poids de peroxyde pur.

hauteur au-dessus de la mer, situé entre Tagdempt et Miliana, contient des mines de plomb qui sont exploitées par les Kabyles. Nous ne les connaissons encore que par des renseignements, mais nombreux et parfaitement concordants entre eux.

Le pied de cette montagne est facile à atteindre soit de Mostaghanem, soit de Miliana ou Médeah; l'armée y a pénétré plusieurs fois en 1842, et je ne sais si, dans ces expéditions, on a eu quelques renseignements plus précis sur ces mines.

Mines de plomb, de cuivre et de fer, au sud de Mascara.

Il existe à 30 kil. au sud de Mascara, des mines de plomb et de cuivre que je n'ai pu visiter, mais que tous les Arabes de la contrée connaissent. D'ailleurs le botaniste Desfontaines les a visitées, il y a une soixantaine d'années, et est descendu lui-même dans des galeries d'exploitation. Ces filons sont nécessairement riches et faciles à exploiter, puisque les indigènes y ont travaillé et ont traité les minerais; ils sont dans une position très-avantageuse sous tous les rapports; les montagnes qui les renferment et que j'ai traversées au mois d'octobre 1841, sont faciles à parcourir; elles offrent de beaux bois et des cours d'eau d'une rapidité extrême. De Mascara jusqu'au pied de ces montagnes, on est toujours en plaine.

Ces filons doivent être dans des dolomies du terrain crétacé inférieur au terrain jurassique.

On trouve dans les environs de très-beaux échantillons de minerai de fer oligiste et de fer hydraté, et un peu plus au sud, j'ai trouvé quel-

ques filons de fer accompagnés de baryte sulfatée dans les dolomies du terrain jurassique.

Fer oligiste micacé d'Oran.

La ville d'Oran est traversée par des filons de fer oligiste micacé qui sont loin de présenter une puissance suffisante pour une exploitation; on en obtient sans peine des échantillons très-riches; ils sont dans le terrain crétacé inférieur, très-probablement.

Sel gemme des environs de Mila.

Il paraît qu'il existe plusieurs mines de sel gemme en Algérie, et que les Arabes exploitent comme des carrières de pierre à bâtir, quoique la plus grande partie du sel qui se consomme dans l'intérieur provienne des lacs salés qui se dessèchent en été.

Une semblable carrière existe à environ un myriamètre au sud de Mila, et 4 de Constantine, et les Arabes débitent ce sel sous forme d'une pierre de taille dont deux forment une charge de mulet; ils l'apportent ainsi aux marchés de ces deux villes où je m'en suis procuré quelques échantillons.

Ces mines seraient évidemment fort avantageuses à exploiter, et il serait à désirer qu'on visitât cette localité où l'on pénètre avec une faible escorte, pour reconnaître l'importance de cette exploitation.

Toute la chaîne qui revient de ces mines vers Constantine jusqu'à la montagne de Chetthaba donne naissance à des ruisseaux salés. On aurait donc grand intérêt à diriger quelques recherches

et à faire quelques sondages dans cette dernière montagne, distante de Constantine de 7 ou 8 kil. seulement.

Ces mines sont dans le calcaire à hippurites : elles sont accompagnées de masses de gypse considérables et tout le terrain est extrêmement bouleversé.

Lignite de Smendou.

La constitution géologique de l'Algérie n'offre aucune chance d'y trouver du terrain houiller, au moins dans la zone cultivable. On a déjà tenté des recherches dans ce but, et on a même prétendu avoir trouvé des indices certains de houille, mais ces assertions ont été démontrées erronées par les résultats.

Il n'en est pas de même d'une petite couche de quelques centimètres d'un lignite analogue à celui du département des Bouches-du-Rhône, et situé dans le même terrain, au camp de Smendou. Ce lignite malgré sa faible puissance, paraît de bonne qualité, et il serait intéressant de faire quelques recherches dans cette localité.

Ce terrain paraît très-restreint et je ne l'ai rencontré nulle part ailleurs. Ce qui donne une importance plus grande à un dépôt de combustible quelconque, c'est qu'à Constantine (22 kil. au nord de Smendou), le bois est encore extrêmement cher à cause du déboisement de la contrée environnante.

MÉMOIRE

Sur la traversée des morts-terrains dans le nord de la France ;

Par M. TURBERT, Ingénieur civil, ancien élève externe de l'École royale des mines.

Le bassin houiller qui s'étend des bords du Rhin jusqu'à Arras, en passant par Liége, Namur, Charleroy, Mons, Valenciennes et Douai, est recouvert en plusieurs points par une grande épaisseur de terrains stériles, que les mineurs du nord de la France ont appelés *morts-terrains*. **Introduction.**

Leur présence au-dessus des gîtes carbonifères oblige à des travaux préparatoires d'une haute importance, et qu'une pratique éclairée peut seule conduire bien et vite.

Faire connaître ces travaux dans tous leurs détails, ce sera l'objet de ce mémoire; nous nous efforcerons de le rendre utile au capitaliste, à l'ingénieur et au contre-maître.

Composition des morts-terrains.

Cette composition varie suivant les localités; voici le résultat moyen de cinq sondages exécutés sous nos yeux dans les terrains situés entre Saint-Amand-les-Eaux, Raismes et Marchiennes, au nord-ouest de Valenciennes, et à deux lieues environ de cette ville.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	Puissance des couches.	Profondeur sous le sol.	Terrains traversés.
	m.	m. c.	
Terre végétale.	0,70	» »	Terrains
Sable jaune mouvant.	4,09	4,79	tertiaires
Sable vert.	13,39	8,88	inférieurs.
Argile bleue.	7,41	22,27	
Sable blanc.	0,30	29,69	
Marne blanche.	15,93	29,99	
Marnes grises avant les silex (cornus).	2,40	45,92	
Marnes grises avec silex (cornus).	12,22	48,32	
1er banc d'argile bleue.	0,55	60,54	
1er banc de marnes grises. . . .	1,22	61,09	
2e banc d'argile bleue.	3,79	62,31	Terrain
2e banc de marnes grises. . . .	1,50	66,10	
3e banc d'argile bleue.	2,22	67,60	crétacé
3e banc de marnes grises. . . .	2,00	69,82	
4e banc d'argile bleue.	2,07	71,82	supérieur.
4e banc de marnes grises. . . .	3,50	73,89	
5e banc d'argile bleue.	0,87	77,39	
5e banc de marnes grises. . . .	1,11	78,26	
Argiles vertes (dièves vertes). .	20,09	79,37	
Argiles rougeâtres (dièves rouges).	1,58	99,46	
Grès vert (tourtia).	2,23	101,04	
Terrain houiller.	» »	103,28	

Première formation.

Sable jaune. — Il est mouvant, quoique mêlé d'un peu d'argile; cependant on peut le maintenir par des coulants ou palplanches.

Sable vert. — Dur, résistant; il se taille au pic et à l'aiguille.

Argile bleue. — Elle est savonneuse, coupée en tous sens, ce qui la rend extrêmement glissante, surtout lorsqu'elle a reçu le contact de l'air et de l'eau pendant quelque temps.

Sable blanc. — Il est dur, et se travaille aussi péniblement que le sable vert.

Cette formation donne de l'eau d'infiltration,

venant de la partie supérieure des terrains attaqués; mais elle est en petite quantité.

Deuxième formation.

Marnes blanches. — Elles sont en général assez dures, elles présentent des coupes horizontales ou séparations de bancs, et des coupes droites qui livrent à l'eau un passage d'autant plus facile, qu'elles sont plus ouvertes. Cette eau est parfois si abondante, qu'elle exige pour son épuisement l'emploi de plusieurs travaillantes d'un grand diamètre. Elle n'a aucun rapport direct avec les eaux superficielles qui recouvrent les lieux environnant le point attaqué; celles-ci peuvent être abondantes ou nulles, sans réagir sur le volume affluent souterrainement.

Les coupes horizontales sont bien préférables aux coupes droites, dans le travail du fonçage; dans le premier cas, il est plus facile aux mineurs de maîtriser les eaux au moyen de picotages exécutés à propos.

Marnes grises avec ou sans silex. — Les silex sont renfermés tantôt à l'état de rognons de formes diverses, tantôt à l'état greau et comme fondus dans la pâte. Le fonçage y est toujours beaucoup plus lent que partout ailleurs, le volume d'eau affluente restant le même; ceci est un résultat de la dureté des silex et des pertes de temps qu'ils occasionnent en montant broyés dans les aspirants, et déchirant les cuirs des soupapes d'aspiration et pistons des pompes. Les changements répétés de ces soupapes et pistons laissent monter l'eau dans le puits et par suite retardent le fonçage.

Argiles bleues et marnes grises. — Elles donnent peu d'eau en général; le plus souvent le travail des pompes se trouve suspendu lorsqu'on est arrivé au deuxième banc d'argile bleue.

Dièves vertes et rouges. — Elles forment entre les terrains précédents et la formation houillère une barrière imperméable à l'eau, et sans laquelle il serait impossible d'établir une exploitation durable. Ces dièves sont une argile grasse diversement colorée, elles sont compactes et se gonflent au contact de l'air et de l'eau.

Grès vert (Tourtia). — C'est un poudingue à noyaux quartzeux. Il recouvre immédiatement le terrain houiller, lorsque toutefois celui-ci existe sous les morts-terrains attaqués. En général, il ne donne pas d'eau ; le fonçage y est très-difficile dans le cas contraire. Le grès vert se désagrége alors, et devient coulant, et l'on ne peut arrêter les eaux, qu'au moyen de deux picotages, exécutés, l'un à la tête du terrain houiller et l'autre au pied des dièves. Passer les niveaux, c'est traverser les trois premières parties de la formation précédente. Les difficultés de ce travail sont extrêmement variables ; il est dans le département du Nord et en Belgique, tel puits où les morts-terrains ont été passés à bras d'hommes, ou au moyen d'un manége à chevaux ; d'autres qui ont exigé une force motrice considérable pour l'enlèvement des eaux ; d'autres enfin où ces morts-terrains n'ont pu être traversés.

Nous donnerons ici, et comme complément de ce qui précède, plusieurs autres coupes des morts-terrains prises en différents points du département du Nord, en indiquant les sources où nous les avons puisées.

Sondage de Crespin, à 600 mètres au nord-est du Clocher.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PUISSANCE des couches.	PROFONDEUR sous le sol.	TERRAINS traversés.
	m. c.	m. c.	
Terre végétale.	4,55	»	Terrain d'alluvion.
Sable mêlé de galets roulés. .	16,25	4,55	
Craie blanche et diversement colorée (marle).	62,53	20,80	Terrain crétacé supérieur.
Marnes grises avec silex pyromaques (cornus).	17,38	83,33	
Argile bleue (1er bleu). . . .	0,62	100,71	
Marnes grises (1er gris). . . .	5,31	101,32	
Argile bleue (2e bleu). . . .	0,32	106,63	
Marnes grises (2e gris). . . .	6,17	106,95	
Argile bleue (3e bleu). . . .	0,97	113,12	
Marnes grises (3e gris). . . .	2,27	114,09	
Argiles vertes (dièves vertes).	71,17	116,36	
Grès vert mélangé d'argile et silex roulés (tourtia). . . .	9,51	187,53	
Nota. Ce forage a été suspendu à cette profondeur ; la sonde était encore dans le grès vert.	»	197,04	Terrain crétacé inférieur.

Sondage de Thivincelles, à 500 mètres au nord-est du Clocher.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PUISSANCE des couches.	PROFONDEUR sous le sol.	TERRAINS traversés.
	m. c.	m. c.	
Sable jaune argileux.	3,33	»	Terrain d'alluvion.
Sables mêlés de graviers. . . .	20,99	3,33	
Craie blanche et diversement colorée.	90,22	24,32	Terrain crétacé supérieur.
Craie avec silex pyromaques (cornus).	21,30	114,54	
Argiles bleues, marnes grises et argiles compactes (dièves). .	102,16	135,84	
Grès vert (tourtia).	5	238	Terrain crétacé inférieur.
Terrain houiller.	»	243	Terrain houiller.

Sondage de Saint-Saulve, près le moulin du Roleur.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PUISSANCE des couches.	PROFONDEUR sous le sol.	TERRAINS traversés.
	m. c.	m. c.	
Sable jaune.	2,32	»	Terrain tertiaire inférieur.
Sable vert.	2	2,32	
Marne blanche.	14,78	4,32	Terrain crétacé supérieur.
Marnes grises avant les silex. .	4,70	19,10	
Marnes grises avec silex pyromaques (cornus).	13,80	23,80	
Argile bleue (1[er] bleu). . . .	1	37,60	
Marnes grises (1[er] gris). . . .	5,50	38,60	
Argile bleue (2[e] bleu). . . .	1,25	44,10	
Marnes grises (2[e] gris). . . .	5,05	45,35	
Argile bleue (3[e] bleu).	6	50,40	
Argiles compactes (dièves). .	12,60	56,40	
Argiles rougeâtres et blanches (dièves rouges).	1,50	69	
Grès vert (tourtia).	1,80	70,50	Terrain crétacé inférieur.
Terrain houiller.	»	72,30	Terrain houiller.

Sondage d'Abscon, près le pavé de Marchiennes à Bouchan, à 1.000 mètres du point d'intersection de la route de Marchiennes à Bouchain avec celle d'Aniche à Bouchain.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PUISSANCE des couches.	PROFONDEUR sous le sol.	TERRAINS traversés.
	m. c.	m. c.	
Terre végétale, argile jaune et sableuse.	4,88	»	Terrain tertiaire inférieur.
Craie blanche (marle). . . .	43,11	4,88	
Marnes grises avec silex pyromaques (cornus).	15	47,99	Terrain crétacé supérieur.
Argiles bleues, marnes grises et argiles compactes (dièves).	75,33	62,99	
Grès vert (tourtia).	5,16	138,32	Terrain crétacé inférieur.
Terrain houiller.	»	143,48	Terrain houiller.

Nous devons les quatre procès-verbaux précédents à l'obligeance de M. Lorieux, ingénieur en chef des mines, à Valenciennes.

Résultat moyen de trois sondages exécutés près les fosses Villars et Bayard, près Denain.

NATURE DES COUCHES TRAVERSÉES.	PUISSANCE des couches.	PROFONDEUR sous le sol.	TERRAINS traversés.
	m. c.	m. c.	
Terre végétale.	0,26	»	Terrain tertiaire inférieur.
Argile.	1,03	0,26	
Craie sans silex.	7,93	1,29	Terrain crétacé supérieur.
Craie avec silex (cornus).	13,88	9,22	
Premier bleu.	1,20	23,10	
Premier gris.	0,80	24,30	
Deuxième bleu.	0,76	25,10	
Deuxième gris.	1,63	25,86	
Troisième bleu.	3,31	27,49	
Troisième gris.	1,13	30,80	
Quatrième bleu.	3,06	31,93	
Quatrième gris.	1,33	34,99	
Dièves vertes.	25,23	35,32	
Dièves rouges.	5,70	60,55	
Tourtia.	1,43	66,25	Terrain crétacé inférieur.
Terrain houiller.	»	67,68	Terrain houiller.

Ce procès-verbal est extrait d'un mémoire de M. Foy, élève ingénieur des mines, sur les houillères de Denain, campagne de 1831.

Ce mémoire sera divisé en trois parties : Division de ce mémoire.

Dans la première on s'occupera du fonçage, et de tous les détails qui s'y rapportent.

Dans la deuxième on s'occupera de l'appareil d'épuisement nécessaire pour tenir l'eau basse dans le fond du puits, et rendre le fonçage praticable aux mineurs.

Dans la troisième, de l'enlèvement des déblais.

Les détails qui vont suivre s'appliquent aux morts-terrains dont nous avons donné la composition, page 74. Pour une autre localité, il suffirait d'y introduire quelques modifications.

PREMIÈRE PARTIE.

FONÇAGE.

Du cuvelage en général.

Les gîtes houillers n'existant qu'à une profondeur considérable, il importe d'arrêter d'une manière absolue les eaux d'infiltration et les eaux du niveau provenant de la première et de la deuxième formation. On ne peut arriver à ce résultat qu'au moyen d'un revêtement complet exécuté sur les parois du puits. Il existe encore d'anciens puits boisés ou cuvelés carrément; les pièces de chaque cadre étaient reliées deux à deux par un gousset, de sorte que le puits terminé avait une forme octogone. On a renoncé à ce mode comme trop coûteux; les pièces de chaque cadre ayant une longue portée pour un puits de dimensions même ordinaires, devaient être très-épaisses, afin de présenter à la pression d'eau une résistance suffisante. A la forme carrée a succédé la forme octogone, puis le décagone, et enfin le dodécagone. La plus en usage pour les puits de $2^m,80$ à 3^m, est le décagone régulier.

Essences du bois; qualités.

L'essence du bois est toujours le chêne; il doit être sans nœuds ni fentes; abattu depuis quelques mois seulement. Les parties voisines de l'écorce doivent être rejetées, elles livrent trop facilement passage à l'eau. On ne saurait apporter trop de soins au choix des arbres, de là dépend souvent l'avenir d'une avaleresse. Les mineurs appellent ainsi une fosse en approfondissement dans les morts-terrains.

La pression que supporte un cuvelage est due pour une partie aux terres, et pour l'autre partie aux eaux. Celle-ci peut seule être évaluée exactement. Pression sur le cuvelage.

Les terres qui poussent le plus appartiennent à la première formation : ce sont les sables jaunes et l'argile bleue.

Une fosse décagone ayant 2^{m},90 de diamètre intérieur d'angle en angle, exige des pièces de cuvelage ayant pour longueur en dedans 0^{m},891. Dimensions des pièces de cuvelage.

Leur hauteur dépend de la grosseur des arbres employés; elle varie communément entre 0^{m},25 et 0^{m},50. Quant à leur épaisseur, une longue expérience a prouvé que l'on peut adopter les nombres suivants :

Profondeur sous le sol.	Épaisseur des pièces.
	m. c.
De 0 mètre à 15 mètres. . .	0,11
De 15 mètres à 30 mètres. . .	0,12
De 30 mètres à 40 mètres. . .	0,13
De 40 mètres à 50 mètres. . .	0,14
De 50 mètres à 55 mètres. . .	0,15
De 55 mètres à 60 mètres. . .	0,16

Les longueurs extérieures se trouvent alors déterminées; les épaisseurs des pièces supérieures paraissent fort grandes par rapport aux épaisseurs des pièces inférieures, surtout en comparant les pressions d'eau qu'elles ont à supporter; mais il faut tenir compte de la pression des terres et des clous que les mineurs ont à enfoncer dans le cuvelage, à des hauteurs diverses, pour y fixer des patins billes, etc.; et manœuvrer les jeux de pompes servant à l'épuisement : or, ces clous pénètrent au moins de 0^{m},05 dans le bois.

(*Pl. II*, *fig.* 4.) Les chênes reconnus propres à la confection des pièces de cuvelage, sont débités

en plateaux ayant les épaisseurs indiquées plus haut, et une longueur double ou triple de la longueur extérieure des pièces.

Ces plateaux, en sortant de la main des scieurs, sont livrés à des menuisiers qui les partagent en deux ou trois pièces; celles-ci reçoivent la forme voulue, d'abord à la scie, puis au rabot. Les deux larges faces seules ne sont pas rabotées. La face inférieure de chaque pièce reçoit deux trous coniques de $0^m,03$ de profondeur; les centres de ces trous sont placés sur une ligne droite à égale distance des faces intérieure et extérieure, et à $0^m,15$ environ des faces latérales. La face supérieure reçoit deux broches coniques saillantes de $0^m,03$ et disposées exactement comme les trous précédents. Il en résulte que les pièces de cuvelage posées les unes sur les autres ne peuvent se déplacer sans briser les broches; en outre, les mineurs peuvent les établir aussi exactement dans l'avaleresse, que les menuisiers sur leur plate-forme. C'est le nom donné à un plancher fixe et de niveau, portant un décagone modèle, sur lequel toutes les pièces de cuvelage sont passées avant leur expédition.

Dimensions des pièces de picotage. La longueur en dedans des pièces de picotage est de $0^m,891$, comme pour le cuvelage ordinaire. Leur hauteur ne dépasse pas $0^m,22$, elle est déterminée par la longueur des coins et picots employés dans le travail du picotage. Leur épaisseur varie entre $0^m,22$ et $0^m,26$. L'expérience a prouvé que l'on pouvait adopter les nombres suivants.

Profondeur sous le sol.	Épaisseur des pièces. m. c.
De 0 mètre à 30 mètres. . .	0,22
De 30 mètres à 45 mètres. . .	0,24
De 45 mètres à 60 mètres. . .	0,26

Les longueurs extérieures se trouvent fixées par ces épaisseurs.

Ici nous ne pouvons pas évaluer la pression exercée sur la face extérieure d'une pièce de picotage, elle dépend du travail du picotage et du gonflement des lambourdes, coins et picots dans l'eau. Elle doit être fort grande, puisque le frottement seul d'une trousse (on appelle trousse l'ensemble de dix pièces de cuvelage) picotée contre les parois de l'avaleresse, suffit pour supporter tout le cuvelage supérieur. Les épaisseurs des pièces augmentant avec la profondeur, on peut les serrer plus fortement contre le terrain, sans craindre de les briser; il en résulte sur les parois de la fosse un frottement plus considérable, qui permettrait aux trousses picotées inférieures de soutenir un plus grand poids de cuvelage, si les trousses picotées supérieures venaient à fléchir.

Confection des pièces de picotage.

(*Pl. II*, *fig.* 5). Les pièces de picotage sont confectionnées comme les pièces de cuvelage, le bois choisi avec le plus grand soin, seulement la face inférieure ne porte aucun trou, et la face supérieure aucune broche. Ici, ces trous et ces broches seraient plus nuisibles qu'utiles, car la pose des coins et picots derrière les faces extérieures d'une trousse picotée, fait déverser les pièces, d'autant plus que les coins et picots sont plus fortement serrés.

Les pièces de cuvelage colletées se placent ordinairement sous les trousses picotées, ou entre deux trousses picotées. Elles sont fortement serrées contre le terrain au moyen de coins; cette opération leur donne toujours un peu de dévers; on les dresse au rabot avant d'établir sur elles les trousses picotées. Elles ont exactement les dimensions des

pièces de cuvelage voisines, situées à peu près au niveau où elles se trouvent.

Elles sont confectionnées comme les pièces de picotage, c'est-à-dire sans trous ni broches. Cette disposition est nécessaire, puisqu'elles doivent dévier de la verticale par suite du colletage.

On appelle clef, la dernière trousse d'un picotage; les dimensions de chacune des pièces qui composent une clef sont les mêmes que celles des pièces de cuvelage voisines. La hauteur seule en peut être déterminée à l'avance; on la mesure au moment de raccorder le cuvelage montant de fond avec la trousse colletée immédiatement supérieure : la dixième pièce de la trousse colletée ne pourrait être posée si sa face extérieure avait la longueur ordinaire; cette face est un peu plus courte que les autres. On entre la pièce obliquement, on la fait tourner jusqu'à ce qu'une des faces latérales s'applique contre la face latérale de la pièce voisine, puis on la tire au moyen de vis à bois à large poignée.

Les pièces d'une clef ne peuvent avoir ni trous ni broches à leurs bases, puisque leur hauteur est précisément égale à la distance entre la dernière trousse de cuvelage et la trousse colletée immédiatement supérieure.

Nous supposerons qu'il s'agisse d'une avaleresse ayant $2^m,90$ de diamètre intérieur d'angle en angle.

La longueur en dedans de toutes les pièces de cuvelage et picotage, sera de $0^m,891$; en désignant par e l'épaisseur de ces pièces, la longueur en dehors sera donnée par la formule : $l = 0,891 + 0,645 \times e$.

On pourra donc former le tableau suivant :

Épaisseur des pièces.	Longueur en dedans.	Longueur en dehors.
m. c.	m. c.	m. c.
0,11	0,881	0,962
0,12	0,891	0,968
0,13	0,891	0,975
0,14	0,891	0,981
0,15	0,891	0,988
0,16	0,891	0,994
0,22	0,891	1,033
0,24	0,891	1,046
0,26	0,891	1,059

Ces chiffres nous conduisent à former le tableau suivant :

Épaisseur des pièces.	Volume du mètre courant en chevirons.	Volume du mètre courant en mèt. cub.
m. c.	m. c.	m. c.
0,11	4,631	1,019
0,12	5,068	1,115
0,13	5,513	1,213
0,14	5,954	1,310
0,15	6,404	1,409
0,16	6,854	1,508
0,22	6,918	2,116
0,24	10,563	2,324
0,26	11,522	2,535

Le cheviron du pays de Valenciennes vaut les 0,22 du mètre cube; ainsi la deuxième colonne du tableau s'obtient en multipliant par $\frac{100}{22}$ les chiffres de la troisième colonne. On estime généralement qu'il faut 8 chevirons ou 1,76 mètre cube brut pour obtenir un mètre cube débité ; en

adoptant ce chiffre, on pourra dresser le nouveau tableau :

Épaisseur des pièces.	Volume du mètre courant en chevirons bruts.	Volume du mètre courant en mètres cub. bruts
m. c.	m. c.	m. c.
0,11	8,150	1,793
0,12	8,918	1,962
0,13	9,700	2,134
0,14	10,477	2,305
0.15	11,268	2,479
0,16	12,063	2,654
0,22	16,927	3.724
0.24	18.590	4,090
0,26	20,277	4,461

Prix du mètre courant de cuvelage et picotage.

Ce prix se compose de trois éléments :

1° L'achat du bois ;

2° La main-d'œuvre des scieurs ;

3° La main-d'œuvre des menuisiers.

Achat du bois.—Le volume des arbres propres au cuvelage et au picotage varie communément entre 7 et 20 chevirons ; de tels arbres, lorsque le lot est composé de telle manière que le volume moyen soit de 13 chevirons, se vendent ordinairement 20 fr. le cheviron ou 90$^{fr.}$,91 le mètre cube brut.

Main-d'œuvre des scieurs. — Les scieurs sont payés, dans les environs de Valenciennes, à raison de 1$^{fr.}$,75 le cent de pieds de gite; le pied de gite est un solide ayant les dimensions suivantes :

Longueur. . . . . 0^{m},30
Largeur . . . . 0^{m},108
Épaisseur . . . . 0^{m},108

Son volume est donc en mètres cubes 0,003499.

Si donc les chênes étaient équarris de manière à ne donner que des plateaux propres au cuvelage, le sciage du mètre cube coûterait 5 francs. Mais le plus souvent les arbres sont en grume, et pour obtenir les plateaux, il faut abattre l'aubier, et par suite débiter des planches de rebut ou croutats. Cette opération augmente de moitié environ le prix de revient du sciage ; ainsi nous porterons le sciage du mètre cube de bois de cuvelage à 7 fr. 50 c.

Main-d'œuvre des menuisiers. — On donne le plus souvent aux menuisiers chargés de la confection du cuvelage, 1 franc par centimètre d'épaisseur et par mètre courant.

Au moyen des données précédentes, du deuxième et du troisième tableau, on pourra établir comme il suit le prix de revient du mètre courant de cuvelage et picotage prêt à être mis en place.

Épaisseur des pièces.	Prix du mètre courant.
m. c.	m. c.
0,11	181,64
0,12	198,72
0,13	216,09
0,14	233,36
0,15	250,92
0,16	268,58
0,22	376,41
0,24	413,25
0,26	450,56

Ces chiffres nous donneront plus loin le prix de revient du cuvelage et du picotage pour une avaleresse cuvelée sur 60 mètres de hauteur.

Lambourdes coins et picots. On nomme *lambourde* une planche en bois blanc de 0^m,02 d'épaisseur, de 0^m,22 de hauteur, sur une longueur égale à celle de la face extérieure d'une pièce de picotage. Ces planches doivent être sèches au moment où on les emploie, afin de se gonfler rapidement dans l'eau.

On fait usage de coins en bois blanc et chêne pour serrer les trousses colletées; ils ont alors des dimensions variables suivant les vides existants entre la trousse colletée et les parois de l'avaleresse. On se sert de coins en bois blanc dans le travail du picotage; ils se placent entre les lambourdes et les pièces de la trousse picotée (*Pl. II*, *fig.* 6.)

Voici leurs dimensions :

Épaisseur de la tête.	0^m,02
Largeur à la tête.	0^m,08
Longueur.	0^m,22

Ces coins en bois blanc doivent être secs au moment où on les met en œuvre.

On emploie aussi des coins pour fixer les pièces de cuvelage; leurs dimensions varient suivant les vides existants entre les pièces de cuvelage et le terrain

Il y a deux espèces de picots (*Pl. II*, *fig.* 7), en chêne et en bois blanc. Leur forme est celle d'une pyramide à base carrée.

Le côté de cette base est de. . .	0^m,016
La hauteur est de.	0^m,20

Ces picots doivent être parfaitement secs au moment de la mise en œuvre.

Prix de revient du mille de coins et picots. Ce prix de revient se compose de deux éléments :

1° L'achat du bois;

2° La main-d'œuvre du charpentier.

Des coins. — Nous ne nous occuperons que des coins en bois blanc employés dans les picotages, parce que ceux-là seuls ont une forme régulière. On estime qu'il faut 4 chevilles pour faire un coin; 907 chevilles valent un cheviron ou les 0,22 du mètre cube; ainsi, pour fabriquer un mille de coins, il faudra 0,97 mètre cube de bois blanc à raison de 7 fr. le cheviron ou 31 fr. 81 c. le mètre cube, c'est. . . 30 fr. 85 c.

Main-d'œuvre. 6

Total. . . . . . . 36 fr. 85 c.

Picots en chêne. — On estime qu'il faut un cheviron ou les 0,22 du mètre cube pour faire 1500 picots; pour fabriquer 1000 picots, il faudra donc 0,146 mètre cube à raison de 15 francs le cheviron ou 68 fr. 18 c. le mètre cube.

C'est. . . . . 9 fr. 95 c.

Main-d'œuvre. . . . . 3 »

Total. . . . . . 12 fr. 95 c.

Picots en bois blanc. — Il faut comme pour les picots en chêne, 0,146 mètre cube pour en faire un mille à raison de 31 fr. 81 c. le mètre cube,

C'est. . . . . 4 fr. 64 c.

Main-d'œuvre. . . . . 3 »

Total. . . . . . 7 fr. 64 c.

Une trousse picotée exige ordinairement :

Coins et picots d'une trousse picotée.

1° 1500 coins en bois blanc, à raison de 36 fr. 85 c. le mille, c'est. . . . . . 55 fr. 27 c.

2° 3000 picots en bois blanc, à raison de 7 fr. 64 c. le mille, c'est. . . 22 92

3° 3000 picots en chêne, à raison de 12 fr. 95 c. le mille, c'est. 37 95

Total. . . . . 116 fr. 14 c.

Mousse. On se sert de mousse dans le travail du picotage; elle se place entre les lambourdes et les parois de l'avaleresse; elle a pour effet de s'opposer à la rupture des lambourdes lorsqu'elles viennent s'appuyer avec force contre le terrain; en outre elle remplit les vides qui pourraient demeurer entre celui-ci et le bois : il faut la conserver dans un endroit sec.

Béton. Il y en a de deux sortes : le béton à chaux grasse et celui à chaux hydraulique. Le premier s'emploie communément dans les terrains appartenant à la première formation ; ceux-ci donnant peu d'eau, il importe peu que le mortier durcisse rapidement. Mais il est bien préférable d'employer le second dans les terrains de la deuxième formation. Le béton étant placé derrière le cuvelage à mesure qu'il s'élève de fond, s'insinue entre les joints horizontaux, il durcit par l'immersion dans l'eau et forme à la longue une masse dure et imperméable à l'eau. On a trouvé, en décuvelant une avaleresse de ce pays, du béton difficilement attaquable au pic après deux ans de mise en œuvre. Voici une composition qui peut être adoptée avec avantage.

1° 1/3 de chaux grasse ou hydraulique, suivant la formation dans laquelle on veut cuveler.

2° 1/3 de cendre de houille. Ce sont des scories provenant des grilles des machines à vapeur, passées au crible. Le grain de la cendrée doit avoir 3 à 4 millimètres de diamètre environ.

3° 1/3 de briques pilées. Le grain est à peu près de même grosseur que celui de la cendrée.

Ces matières sont mélangées aussi intimement que possible; le mélange ne doit être fait que

quelques heures à l'avance. On peut établir ce prix de la manière suivante :

Prix de revient de l'hectolitre de béton.

1° Briques pilées, 1/3 hectolitre à 0 fr. 60 c. l'un, ci.	0 fr.	20 c.
2° Cendre de houille, 1/3 hectolitre à 0 fr. 50 c. l'un, ci.	0	17
3° Chaux grasse, 1/3 hectolitre à 1 fr. l'un, ci.	0	33
Total.	0 fr.	70 c.

La chaux hydraulique coûtant 1 fr. 50 c. l'hectolitre dans cette localité, le prix de revient de l'hectolitre de béton à chaux hydraulique est de 0 fr. 87 c.

Étoupes goudronnées. On se sert d'étoupes goudronnées pour calfater les joints horizontaux du cuvelage. A cet effet on enfonce les étoupes dans les joints au moyen d'un eiseau plat nommé *brondissoir*; elles doivent pénétrer au moins de 0^{m},05 dans les joints. Ces étoupes étant fortement comprimées entre les pièces de cuvelage, s'opposent aux fuites d'eau; plus les lits d'étoupes sont minces, et mieux la fosse est cuvelée. En effet, des lits d'étoupes très-épais étant chassés fortement vers le centre de la fosse par l'eau qui entoure le cuvelage, peuvent sauter et livrer passage à toute l'eau d'un niveau. Si alors on n'y porte un prompt remède, les travaux peuvent être noyés, et l'on ne peut les assécher qu'en remontant sur la fosse, une machine assez puissante pour maîtriser l'eau du niveau qui a fait irruption. Le prix de revient de ces étoupes neuves est de 0^{fr},90 le kilog. Les meilleures sont celles faites avec de vieux câbles goudronnés; mais il faut avoir soin de n'y pas laisser de nœuds. Ce

travail est le plus souvent confié à des femmes et des enfants ; on leur donne $0^{fr.},25$ par kilog. d'étoupes préparées.

Outils de mineurs employés en avaleresse.

Pic. (*Pl. II, fig.* 8.) — Les mineurs s'en servent pour abattre le terrain, lorque celui-ci n'est pas trop dur. L'œil de cet outil est triangulaire, il a $0^m,06$ de large sur $0^m,06$ de long et $0^m,08$ de hauteur. L'épaisseur du fer à l'œil est de $0^m,01$. La partie de ce pic qui attaque le terrain a $0^m,03$ d'épaisseur sur $0^m,03$ de large et $0^m,32$ de long. Elle est légèrement courbée et terminée en pointe : la partie inférieure est aciérée et trempée. Le manche du pic a $0^m,71$ de long sur $0^m,04$ d'équarrissage.

Aiguille. (*Pl. II, fig.* 9.) — Quand le terrain est très-dur, comme les sables verts, les marnes grises avec silex, et les marnes grises intercalées avec les argiles bleues, on se sert d'aiguilles que l'on enfonce à coups de masse, puis l'on achève avec le pic. Ces aiguilles ont $0^m,04$ d'équarrissage, la partie rectangulaire a $0^m,25$ de long. La pointe a $0^m,08$ de longueur ; elle est à quatre faces, aciérée et trempée.

Marteau à tête. (*Pl. II, fig.* 10.) — Les marteaux à tête ou masses ont $0^m,13$ de long sur $0^m,065$ et $0^m,06$ d'équarrissage. L'œil a $0^m,025$ de large sur $0^m,05$ de hauteur ; ils pèsent 2,5 kilog. Le manche a $0^m,04$ d'équarrissage sur $0^m,66$ de long.

Hoyau. (*Pl. II, fig.* 11.) — Le hoyau ressemble au pic, seulement il est terminé par une partie plane en forme de ciseau. L'œil est triangulaire ; il a $0^m,06$ de large sur $0^m,06$ de long et $0^m,065$ de hauteur. La partie du hoyau qui attaque le terrain a $0^m,03$ à $0^m,04$ d'équarrissage sous l'œil ; elle va en

s'élargissant, de sorte qu'à $0^m,19$ de l'œil, elle a $0^m,09$ de large. La partie inférieure de l'outil est plane et aciérée. Le fer a près de l'œil $0^m,01$ d'épaisseur. Le manche a $0^m,04$ d'équarrissage et $0^m,65$ de long.

Le hoyau sert à égaliser les parois de l'avaleresse, avant de poser une trousse colletée, une trousse picotée, ou même lorsqu'il faut plomber les parois de la fosse. On l'emploie aussi pour abattre les arêtes du cuvelage qui sont trop saillantes après la pose.

Pelle. (*Pl. II*, *fig.* 12.) — Elle sert à charger les déblais dans les tonnes; elle est faite avec de la tôle de $0^m,003$ d'épaisseur tenue un peu plus épaisse au pied du manche. Sa largeur est de $0^m,30$. La partie cylindrique qui reçoit le manche ou l'œil de la pelle a $0^m,05$ à $0^m,06$ de diamètre. Elle est un peu courbée et terminée en demi-cercle : le manche a $0^m,04$ de diamètre sur un mètre de long.

Agrafes à picoter. — Il y en a de deux sortes : les agrafes à manche et les agrafes droites. On les emploie toutes deux dans le travail du picotage : les premières servent à préparer la voie aux picots en bois blanc; les secondes à préparer la voie aux picots en chêne. Quelquefois on fait usage de la première espèce pour faire entrer les deux genres de picots; les mineurs les préfèrent aux agrafes droites, parce qu'elles sont un peu plus faciles à retirer; mais dès que les picots en bois blanc sont enfoncés au refus, et qu'il faut commencer à enfoncer les picots en chêne, il est plus économique d'opérer avec des agrafes droites, parce qu'elles sont moins fragiles que les agrafes à manche. Voici leurs dimensions :

Agrafes à deux pointes. (*Pl. II*, *fig.* 20.) — Cette agrafe est d'un fréquent usage pour fixer les jeux de pompes, des billes, des patins, des planchers volants, etc. C'est un des outils les plus commodes et les plus utiles dans les avaleresses. Elle a la forme d'un rectangle à trois côtés; le plus long côté varie de $0^m,50$ suivant l'usage que l'on veut faire de l'agrafe; les deux petits côtés ont $0^m,07$ à $0^m,08$ de long. Ils sont terminés chacun par une pointe non trempée. Ces agrafes se font en fer doux de $0^m,01$ à $0^m,02$ d'équarrissage.

Niveau (*Pl. II*, *fig.* 21).—Ce niveau se compose d'une règle de 3 mètres de long sur $0^m,08$ de large et $0^m,03$ d'épaisseur. Au milieu se trouve fixé un triangle isocèle dont les jambes ont $0^m,35$ de long, $0^m,02$ de large et $0^m,02$ d'épaisseur. La base a $0^m,30$ de longueur. Un fil à plomb ayant son point d'attache au sommet de ce triangle, vient passer exactement au milieu de la règle.

Voici l'usage de cet instrument : il est nécessaire que le terrain sur lequel s'appuient les trousses colletées soit de niveau; de même il faut que la partie supérieure des trousses colletées et picotées soit de niveau; on s'en assure en plaçant la règle sur le terrain ou sur les trousses colletées et picotées; quelle que soit sa position, le fil à plomb doit toujours passer par le point milieu.

Vis de pression (*Pl. II*, *fig.* 22, 23, 24, 25). — Cette vis se compose de trois parties :

1° Une vis à filets carrés de $0^m,17$ de longueur et $0^m,035$ de diamètre en dedans des filets. Ceux-ci ont $0^m,005$ d'équarrissage. Cette vis est terminée par une base carrée de $0^m,10$ de côté et $0^m,022$ d'épaisseur.

2° Un écrou de 0m,10 de côté et 0m,05 d'épaisseur.

3° Un manchon cylindrique de 0m,09 de long, 0m,04 de diamètre intérieur; et 0m,02 d'épaisseur. Ce manchon est terminé par un collet carré de 0m,10 de côté et 0m,022 d'épaisseur.

Cet outil se dispose de la manière suivante :

La vis étant placée verticalement, sa base à la partie inférieure, on ajuste l'écrou, et sur l'écrou on enfile le manchon. En montant ou en descendant l'écrou, le manchon monte ou descend et exerce une pression sur la pièce contre laquelle il s'appuie.

L'écrou se manœuvre au moyen d'une clef qui l'emboite exactement, et dont le manche a 0m,60 de long sur 0m,032 de diamètre. Voici l'usage de cette vis de pression : il est très-important de diminuer autant que possible la largeur des joints horizontaux du cuvelage; nous en avons fait comprendre plus haut la nécessité. Pour arriver à ce but, on place la vis montée comme nous venons de le dire, entre chacune des pièces de la trousse colletée supérieure, et chacune des pièces de la dernière trousse de cuvelage que l'on peut poser avant de mettre la clef : la trousse étant fixe, le manchon s'appuie contre elle; en tournant l'écrou, la vis descend et presse de haut en bas toutes les pièces de cuvelage récemment posées. Cette pression tend nécessairement à diminuer les joints horizontaux du cuvelage.

Habits de mineur. Ces habits se composent :

1° D'une capote en cuir évaluée à	. . . .	25 fr.
2° D'un chapeau de cuir	id.	7
3° D'une ceinture de cuir	id.	1
4° D'un fond de culotte	id.	5
Total	. . . .	38

Sous la capote l'ouvrier met un gros gilet en laine qui le garantit des fâcheux effets résultants du passage subit du chaud au froid; or ces transitions se répètent aussi souvent qu'il lui faut remonter au jour, quand le fonçage s'exécute en hiver. Malgré toutes les précautions que les mineurs d'avalement prennent en général pour se garantir, il est rare qu'ils puissent, même jeunes, passer plus de trois ou quatre avaleresses. Leur présence continuelle dans l'eau réagit sur le système nerveux et les couvre de rhumatismes.

Eclairage des mineurs en avaleresse (*Pl. II*, *fig.* 26). — On se sert de chandelles de suif à mèches de fil; ces chandelles ont 0m,18 à 0m,20 de longueur sur 0m,02 de diamètre. Elles se placent dans un chandelier en bois, terminé par une pointe de fer. L'ouvrier le pique soit contre le cuvelage, soit contre le terrain. On préfère ce mode d'éclairage aux lampes à huile parce que les chandeliers tombent fréquemment, ce qui occasionnerait la rupture des lampes, après un temps assez court; en outre les chandelles sont plus faciles à rallumer, quoique mouillées, que ne le seraient les lampes.

Passage des sables mouvants (*Pl. II*, *fig.* 27). — Nous donnerons à l'avaleresse cuvelée, un diamètre intérieur de 2m,90, d'angle en angle.

Les sables mouvants sont :

1° Les sables jaunes.

2° La partie supérieure des sables verts.

Ils peuvent être traversés avec sécurité de la manière suivante. On dispose sur la bouche de l'avaleresse et horizontalement, quatre sommiers de 12 mètres de long sur 0m,30 d'équarrissage. Deux de ces sommiers sont posés sur le sol, écartés de 3m,15 et parallèles. Les deux autres sont posés

sur les deux premiers, écartés de 3 mètres et parallèles. L'ensemble présente donc en dedans des sommiers un rectangle de $3^m,15$ de long sur 3 mètres de large. Le centre de ce rectangle doit être à égale distance des extrémités des sommiers. Sous les deux sommiers inférieurs, on glisse des planches de $0^m,30$ de large sur $0^m,03$ d'épaisseur et $3^m,75$ de longueur. Elles sont à angle droit sur les deux sommiers et distantes entre elles de $0^m,90$. On opère de même par rapport aux deux sommiers supérieurs.

Il suit de là que la surface pressée et sur laquelle on peut compter comme point d'appui, se compose de quatre rectangles; deux de ces rectangles ont $4^m,50$ de long sur $3^m,75$ de large; les deux autres ont $4^m,12$ de long sur $3^m,60$ de large. Cela fait, on ouvre l'avaleresse en lui donnant la forme d'un rectangle ayant $3^m,40$ de large sur $3^m,55$ de long. A mesure que l'on descend, on pose des croisures ou cadres rectangulaires dont les faces intérieures sont à l'aplomb des faces intérieures des quatre sommiers. Chaque cadre est formé de quatre pièces de bois blanc ayant pour dimensions.

Longueur.	$3^m,55$
Largeur.	$0^m,14$
Epaisseur.	$0^m,14$

Elles sont assemblées à mi-bois entre deux cadres successifs et, près des angles, on fixe des porteurs de $0^m,10$ d'équarrissage. Derrière les cadres on glisse des planches de $0^m,03$ d'épaisseur; elles sont juxtaposées, et si le sable coulait à travers les joints, il faudrait y clouer des lattes en bois. Les extrémités de ces planches sont arrêtées aux milieux des faces extérieures des cadres. Dans cha-

cun des angles de chaque cadre, on fixe un gousset de $1^m,05$ de long et $0^m,10$ d'équarrissage; ces goussets s'opposent à la flexion des croisures. Enfin le premier cadre est fixé invariablement aux quatre sommiers porteurs. De cette manière tous les cadres sont solidaires et pendus à celui placé à la surface. La distance entre deux cadres consécutifs varie avec la nature des sables à traverser; quand ils sont un peu mêlés d'argile, il suffit de les placer à 1 mètre les uns des autres; plus ils sont maigres et plus il faut les rapprocher.

On descend ainsi dans les sables verts jusqu'à ce qu'il soit inutile de boiser les parois du puits; parvenu en ce point, on descend encore de 2 ou 3 mètres, afin d'avoir un terrain tout à fait solide, puis on prépare la place d'une trousse colletée.

Picotage dans les sables verts. Un décagone modèle est fixé sur les quatre sommiers porteurs établis à la surface du sol; son centre coïncide exactement avec le centre du rectangle formé par ces sommiers. Un fil à plomb à chaque angle de ce décagone, et plongeant jusqu'au fond de l'avaleresse, indique aux mineurs les angles du cuvelage. Ils peuvent donc entailler le terrain, au pic et au hoyau, décagonalement, de manière à pouvoir loger une trousse colletée. Ils aplanissent le terrain qui doit la recevoir; ils s'assurent qu'il est bien de niveau, puis ils posent les différentes pièces de la trousse. A chacune des extrémités de la face extérieure des pièces de la trousse, ils placent un coin qu'ils serrent fortement entre le bois et le terrain. Ces coins rappellent les pièces et ferment la trousse colletée.

Cette première opération terminée; ils enfon-

cent d'autres coins, d'abord aux milieux des pièces, puis entre les milieux et les extrémités. Ces coins sont enfoncés, les premiers la tête en bas, les seconds la tête en haut. Comme il ne doit rester, quand le terrain a été bien taillé, que $0^m,05$ de vide entre la trousse et les parois de l'avaleresse, on voit que la tête des coins ne peut guère avoir que $0^m,06$, à $0^m,07$ d'épaisseur. L'enfoncement des coins doit se faire d'une manière symétrique, car le colletage a pour effet de faire avancer les pièces de la trousse vers le centre de l'avaleresse, et il importe pour la régularité du travail, qu'elles avancent toutes de la même quantité. On enfonce des coins jusqu'à ce que le vide existant entre la trousse et le terrain soit entièrement rempli, et qu'il soit impossible d'en enfoncer de nouveaux. Puis on coupe au ciseau plat toutes les têtes des coins, et l'on nivelle le dessus de la trousse, sur laquelle on pose une trousse picotée.

Celle-ci est établie et rappelée comme la première; on place une lambourde derrière chacune de ses faces, et de la mousse derrière les lambourdes. Cette mousse est serrée fortement au moyen des palettes à mortier et au marteau jusqu'au refus; à chaque extrémité de chaque pièce de la trousse picotée, on pose un coin plat en bois blanc, entre la pièce et la lambourde; il se fait alors un vide tout autour de la trousse picotée, dans lequel on enfonce des coins plats en bois blanc, les uns la tête en bas, les autres la tête en haut. Dès qu'il n'est plus possible d'enfoncer de ces coins, on commence le picotage en bois blanc. Des mineurs posent la pointe des agrafes à manche sur les différentes faces de la trousse, entre les lam-

bourdes et les pièces, au milieu des coins, et les enfoncent à coups de masse, de manière qu'elles pénètrent jusqu'au manche. Ils les retirent alors en frappant à petits coups sur l'extrémité de celui-ci, et plantent un picot en bois blanc dans le trou ouvert par l'agrafe. Ce mouvement doit être assez rapide, car ces trous d'agrafes se bouchent d'autant plus vite que le picotage est plus avancé, c'est-à-dire que les coins et picots sont plus serrés. Ces picots en bois blanc sont enfoncés à coups de masse jusqu'au refus. Dès qu'il n'est plus possible d'en enfoncer, on passe aux picots en chêne, qui étant plus durs, pénètrent moins difficilement. Les trous sont préparés au moyen des agrafes droites enfoncées aussi à coups de masse; quand toute la partie pointue a pénétré à travers le bois, on la retire en frappant légèrement sur les faces latérales, et l'on place immédiatement dans les trous ouverts par les agrafes les picots en chêne. Ils sont de suite enfoncés à coups de masse jusqu'au refus. Dès qu'il n'est plus possible d'en enfoncer, sans les écraser, on coupe toutes les têtes des picots au ciseau plat, et l'on nivelle la partie supérieure de la trousse. Elle ne présente plus alors qu'une surface unie et extrêmement dure, reliée aux parois de l'avaleresse par un frottement considérable. Les précautions à prendre pendant un picotage sont les suivantes :

1° Enfoncer les coins en bois blanc, les picots en bois blanc et en chêne d'une manière tout à fait symétrique autour de la trousse picotée. Ordinairement une avaleresse est desservie par douze mineurs; chaque poste se compose de quatre hommes qui travaillent pendant six heures; pendant un colletage et picotage, les postes sont de six hommes

travaillant pendant cinq heures seulement. Un homme se charge alors de deux faces; le sixième leur livre les matériaux envoyés par les ouvriers du jour. Le picotage tend bien plus encore que le colletage, à faire avancer les pièces de la trousse vers le centre de l'avaleresse; et il est indispensable qu'elles avancent toutes de la même quantité.

2° Ne jamais enfoncer les agrafes, soit dans la trousse, soit dans les lambourdes.

3° Ne jamais laisser de fer provenant de fractures d'agrafes, au milieu des coins et picots.

4° Laisser le moins de vide possible entre les parois de l'avaleresse et les faces extérieures de la trousse picotée; 0m,05 à 0m,06 suffisent. Une trop grande excavation consommerait en pure perte beaucoup de coins et picots.

5° Choisir pour y établir une trousse picotée un terrain dur, non fendillé, afin de pouvoir retenir toutes les eaux supérieures par le picotage. La pose d'une trousse picotée au ferme dure ordinairement 24 heures.

Sur la trousse picotée, on pose les différentes trousses de cuvelage. A chaque extrémité de chacune des pièces, on pose un coin que l'on serre fortement entre elles et le terrain. Ces coins forment et rappellent les trousses. Derrière chacune d'elles et à mesure qu'elles s'élèvent vers l'orifice du puits, on coule du béton à chaux grasse. Il est entassé au moyen de palettes à mortier. On enlève au fur et à mesure les cadres, coulants et porteurs, si le terrain permet de le faire sans danger pour les ouvriers, sinon ils restent derrière le cuvelage.

Quand l'avaleresse est cuvelée depuis la trousse

colletée jusqu'au cadre porteur établi à la surface, on procède au calfatage; il s'exécute deux fois, la première en descendant, la deuxième en remontant du fond. Les mineurs établissent dans le puits des planchers volants composés de deux ou trois billes posées sur des patins cloués au cuvelage, et recouvertes de quelques planches. Lorsque les eaux d'infiltration sont abondantes, elles sautent à travers les joints horizontaux du cuvelage, et viendraient frapper les mineurs au visage, s'ils commençaient à calfater de bas en haut. Dans cette première opération les étoupes sont chassées beaucoup moins fortement que dans la deuxième.

L'avaleresse étant fermée et calfatée depuis la trousse colletée jusqu'à la surface du sol, on peut enlever le cadre porteur, et le remplacer par un autre dont les pièces seraient plus courtes et moins gênantes.

Suite de la traversée des sables verts. La suite des sables verts peut être traversée sans boisages provisoires; dès que l'on est arrivé à 1m,50 environ de l'argile bleue, on établit une trousse colletée et une trousse picotée, en suivant la marche exposée précédemment; puis on ferme et on calfate l'avaleresse, ce qui complète la traversée des sables.

Passage de l'argile bleue (*Pl. II*, *fig.* 28). La nature de cette argile ne permet pas aux mineurs de descendre plusieurs mètres sans cuveler. De distance en distance, de deux mètres en deux mètres, par exemple, et même moins, suivant la nature du terrain, ils posent une trousse colletée au ferme et nivellent; avant de descendre au-dessous de la première trousse col-

letée, ils la relient ainsi que le cuvelage qu'elle supporte aux deux trousses picotées établies dans les sables verts. A cet effet, on se sert de lambourdes en bois de 0m,08 de large sur 0m,13 d'épaisseur, et de 3 à 4 mètres de longueur; et aussi de lambourdes en fer de 0m,85 de large sur 0m,015 d'épaisseur, et 5 à 6 mètres de longueur. Chaque face du cuvelage reçoit deux lambourdes en bois aux deux extrémités des pièces, et une lambourde en fer au point milieu.

Ces lambourdes sont fixées avec des clous qui ne pénètrent que de 0m,05 à 0m,06 dans le cuvelage. Une deuxième, une troisième trousse colletée sont fixées au ferme, sous la première, et espacées le plus possible. Toutes ces trousses et le cuvelage qu'elles supportent sont reliées les unes aux autres, au moyen de lambourdes en fer et en bois absolument comme la première reliée aux trousses picotées supérieures. De cette manière, tout le cuvelage de l'argile bleue se trouve suspendu au cuvelage des sables mouvants et des sables verts inférieurs. On descend ainsi sans danger jusqu'aux marnes blanches; on pénètre de un mètre environ dans celles-ci, afin d'avoir un terrain solide, et qui puisse recevoir une trousse picotée. On voit que toutes les trousses posées dans l'argile bleue ne peuvent être calfatées ni fixées invariablement; les trousses colletées laissant passer l'eau entre elles et les parois de l'avaleresse, le calfatage ne peut être exécuté qu'après la pose de la trousse picotée établie à la tête des marnes blanches; elle seule peut retenir les eaux d'infiltration qui circulent dans l'argile bleue et les eaux du premier niveau existant ordinairement à la jonction de l'argile bleue et des marnes; les

lambourdes en bois et fer sont retirées dès que l'avaleresse est cuvelée depuis la première trousse picotée établie à la tête des marnes blanches jusqu'à la deuxième trousse colletée établie à la base des sables verts. Le calfatage s'exécute immédiatement après l'enlèvement des lambourdes.

Passage des marnes blanches; pose de la bâche (niveaux) (*Pl. II, fig.* 29). Les marnes blanches existant à 29m,99 et le premier banc d'argile bleue à 60m,54, on établit la bâche à la tête des marnes blanches. On y pénètre de 2 ou 3 mètres, afin d'avoir un terrain dur; dans ce terrain, on établit d'abord une trousse colletée au ferme, sur laquelle on pose une trousse picotée de 0m,24 d'épaisseur; sur cette trousse picotée, on établit une deuxième trousse colletée au ferme, et sur celle-ci on pose une deuxième trousse picotée de 0m,24 d'épaisseur. Il est important que ces trousses colletées et picotées soient très-fortement serrées, car elles ont à porter la bâche et sa charge. Sur la deuxième trousse picotée, on pose une trousse de cuvelage de 0m,16 d'épaisseur et 0m,35 de largeur; elle est colletée fortement, de manière qu'elle ne puisse reculer; quatre de ces pièces sont entaillées sur 0m,04 de profondeur et 0m,25 de hauteur; cette entaille reçoit les extrémités de trois sommiers jointifs, sur lesquels on pose un plancher et un tablier liés l'un à l'autre et à deux pièces de la trousse par deux boulons à vis. Sous les extrémités des sommiers, on cloue aux quatre pièces de cuvelage des patins de 1 mètre de long sur 0m,08 de largeur et 0m,04 d'épaisseur. Deux patins plus courts sont cloués au cuvelage, en avant des extrémités du plus long sommier, afin d'arrêter tout mouvement dans le sens horizontal. Enfin,

des lattes clouées en dedans de la bâche, le long du cuvelage, s'opposent aux fuites d'eau qui pourraient avoir lieu entre le plancher et le cuvelage, ou entre le tablier de la bâche et du cuvelage.

Cette première opération terminée, on peut déjà charger la bâche; mais pour la rendre plus solide et éviter le fléchissement du plus long sommier, on pose, un peu plus bas que la première trousse colletée, une autre trousse colletée et une trousse picotée; sur cette dernière, on établit une trousse de cuvelage de 0m,35 de largeur, dont deux pièces présentent une entaille de 0m,04 de profondeur et 0m,25 de hauteur. Cette entaille reçoit les extrémités d'un sommier de 0m,25 de hauteur sur 0m,25 de largeur. Ces extrémités sont arrêtées par des patins cloués au cuvelage, de manière à empêcher tout mouvement dans le sens horizontal. Sur ce sommier sont posés deux sommiers plus courts, inclinés l'un vers l'autre, et allant s'appuyer contre le plus long sommier de la bâche. Un coin, placé entre les têtes de ces courts sommiers, les écarte avec force, et rejette une partie de la charge de la bâche sur le sommier inférieur. Cette deuxième opération complète la pose de la bâche.

La bâche reçoit les aspirants des jeux de pompes du jour; ces jeux de pompes sont fixes; ils sont maintenus au moyen de bois d'entrefents de 0m,12 d'équarrissage, qui reposent sur deux patins cloués au cuvelage; ces bois d'entrefents sont en outre arrêtés par d'autres patins qui s'opposent à tout mouvement soit latéral, soit vertical. Des guidons partant de ces bois et allant au cuvelage achèvent de cerner les jeux de pompes et les fixent complétement. Ce mode de soutenement

doit être solide, et cependant il faut que l'on puisse le démonter rapidement, dans le cas où l'on serait obligé de remonter une des travaillantes. Les jeux de pompes de la répétition déversent leur eau dans la bâche; cette eau est enlevée par les premiers. Le plus ordinairement, la séparation de l'argile bleue et des marnes blanches donne plus d'eau que le moteur affecté à l'enlèvement des déblais ne peut en tirer. Il faut alors descendre un jeu de pompe de petit calibre; on se trouve heureux lorsqu'il suffit pour établir la bâche. Celle-ci posée, on y descend un jeu de pompe semblable au premier, et deux autres de plus gros calibre.

Le volume d'eau que donnent les marnes blanches à diverses profondeurs est très-variable. Autant que possible, il faut toujours avoir dans la bâche un jeu de pompe de plus qu'en répétition. Les pistons du fond sont plus rapidement changés que ceux du jour, et pendant un travail pressé, il importe d'avoir dans la bâche un jeu de pompe de rechange au moins: Les séparations de bancs sont bien plus avantageuses, même lorsqu'elles donnent assez d'eau, que des coupes droites qui en donneraient moins; car, au moyen de picotages exécutés à propos et voisins les uns des autres, on peut arrêter complétement les eaux, tandis qu'on ne le pourrait pas ou bien on ne les arrêterait qu'en partie dans le deuxième cas. Quand le volume d'eau affluente n'est pas très-considérable, on établit entre deux picotages successifs un intervalle de 5 à 6 mètres; dans ce cas, il serait désavantageux de les rapprocher davantage, car le colletage et le picotage demandent du temps et une forte dépense en bois blanc et en chêne.

Les marnes grises sans silex sont plus dures que les marnes blanches ; elles n'offrent rien de particulier. Les marnes grises avec silex sont au contraire extrêmement dures ; la plupart du temps on ne peut les attaquer au pic seul ; il faut avoir recours aux aiguilles. Les silex s'y trouvent à deux états ; en petits morceaux et comme fondus dans la pâte, et c'est le cas le plus désavantageux ; en rognons de formes diverses et bizarres. Leur présence retarde beaucoup le fonçage ; le travail du mineur y est plus pénible, et, en outre, en montant broyés dans les aspirants des pompes, ils déchirent les cuirs des soupapes d'aspiration et des pistons ; ces cuirs et pistons ne peuvent être renouvelés sans que l'eau s'élève dans le fond de l'avaleresse ; le fonçage se trouve donc suspendu pendant le temps qu'exigent les réparations et l'enlèvement de l'eau existante et affluente à partir du moment où la machine d'épuisement recommence à fonctionner. En avaleresse, les temps d'arrêt de la machine doivent être évités avec le plus grand soin ; ceci est une conséquence de ce que nous venons de dire. Aussi faut-il que les jeux de pompes de la répétition soient plus que suffisants pour enlever l'eau affluente, et en outre, l'eau existante après un moment d'arrêt, qui doit être le plus court possible. Quant aux jeux de pompes de la bâche, ils doivent toujours pouvoir enlever plus d'eau que ceux de la répétition n'en peuvent tirer.

Passage des marnes grises sans ou avec silex.

La masse d'eau affluente dans les marnes grises avec ou sans silex est variable ; cependant on peut s'attendre en général à en trouver davantage dans les marnes grises avec silex que partout ailleurs ; ces rognons de toutes formes, et qui souvent ont un volume assez fort, produisent des cavités et des

fentes par lesquelles l'eau peut affluer en grande quantité. Une sage précaution à prendre en avaleresse, c'est d'établir toujours les jeux de pompes de la répétition et de la bâche, quel que soit d'ailleurs l'appareil d'épuisement choisi, de manière qu'ils puissent être remontés au jour, en cas d'accident grave survenu soit au piston, soit à la soupape d'opération. On a vu dans ces dernières années, et dans le département du Nord, une avaleresse suspendue pendant longtemps et très-difficilement reprise, parcequ'on avait négligé de rendre les pompes mobiles.

Assiette du niveau. Dès que l'on a atteint le premier banc d'argile bleue, il est rare que le terrain donne encore de l'eau; on traverse ce banc d'argile, puis on pénètre de $0^m,80$ dans les marnes grises. C'est dans ces marnes que l'on établit l'assiette du niveau. Elle se compose de deux trousses colletées, posées l'une sur l'autre; sur la deuxième, on pose une trousse picotée de $0^m,26$ d'épaisseur, sur laquelle on établit une troisième trousse colletée, enfin, sur celle-ci; on pose une deuxième trousse picotée, il est indispensable que ces trois colletages et ces deux trousses soient fortement serrés; car ils forment la base de tout le cuvelage; si, par hasard, quelques picotages venaient à se desserrer, l'assiette du niveau devrait être assez solide pour supporter l'excès de charge qui en résulterait.

L'avaleresse étant cuvelée sur $61^m,89$, on passe une revue générale de toutes les trousses; si quelques pièces font eau ou menacent, il faut les remplacer immédiatement, surtout si elles sont à une grande profondeur au-dessous du sol; la pression sur le cuvelage y étant considérable, les chances de

ruptures y sont bien plus nombreuses. Si ces pièces se trouvent à une petite profondeur au-dessous du sol, on peut se contenter de clouer sur la partie qui donne de l'eau des pièces de plomb; on garnit leur pourtour avec du suif.

Pour changer une pièce de cuvelage, on fait cinq à six trous de tarel près de l'une des extrémités; dès que la pièce se trouve percée, le niveau correspondant le saigne; la pression sur tout le cuvelage diminue, et la pièce peut être coupée sans que la trousse dont elle fait partie se déplace. Cependant, et pour plus de sécurité, on retire les deux pièces voisines de celle que l'on doit remplacer par de fortes lambourdes en bois aux pièces supérieure et inférieure. La pièce nouvelle doit être coupée comme une clef; c'est-à-dire que la longueur extérieure doit être moindre que la longueur intérieure des autres pièces de cuvelage situées au même niveau. Une précaution bonne à prendre, c'est de passer un filet d'étoupes dans tous les joints horizontaux du cuvelage, d'abord de bas en haut, puis de haut en bas, et sur toute la profondeur de l'avaleresse.

Celle-ci étant ainsi réglée, on peut démonter la machine d'épuisement, et la remplacer par un moteur plus puissant que celui affecté à l'enlèvement des déblais pendant la traversée des niveaux.

Bois nécessaire au cuvelage d'une avaleresse.

Nous admettrons que l'avaleresse doit être cuvelée sur une hauteur de 62 mètres; si elle ne renfermait pas de trousses picotées, le volume du bois équarri serait donné par le tableau suivant :

				m. cub.
15 mètres	de $0^{m},11$	d'épaisseur, ci	. .	15,285
15	de $0^{m},12$	*id.*	. . .	16,725
10	de $0^{m},13$	*id.*	. . .	12,130
10	de $0^{m},14$	*id.*	. . .	13,100
5	de $0^{m},15$	*id.*	. . .	7,045
7	de $0^{m},16$	*id.*	. . .	10,556
		Total.	. . . .	74,841

Soit $74^{mc.},841$.

Le volume des trousses picotées peut s'établir ainsi qu'il suit :

	m. cub.
De 0 mèt. à 30 mèt. $0^{m},66$ de trousse picotée ayant $0^{m},22$ d'épaisseur, ci.	1,396
De 30 mèt. à 45 mèt. $0^{m},96$ de trousse picotée ayant $0^{m},24$ d'épaisseur, ci.	2,231
De 45 mèt. à 62 mèt. $1^{m},04$ de trousse picotée ayant $0^{m},26$ d'épaisseur, ci.	2,636
Total.	6,263

Soit, $6^{mc.},263$.

Le volume des trousses de cuvelage, qui, dans le premier tableau, occupe la place des trousses picotées, peut s'établir de la manière suivante :

	m. cub.
De 0 mèt. à 15 mèt. $0^{m},22$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},11$ d'épaisseur, ci.	0,224
De 15 mèt. à 30 mèt. $0^{m},44$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},12$ d'épaisseur, ci.	0,490
De 30 mèt. à 40 mèt. $0^{m},66$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},13$ d'épaisseur, ci.	0,800
De 40 mèt à 50 mèt. $0^{m},44$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},14$ d'épaisseur, ci.	0,576
De 50 mèt. à 55 mèt. $0^{m},22$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},15$ d'épaisseur, ci.	0,310
De 55 mèt. à 62 mèt. $0^{m},44$ de trousse de cuvelage ayant $0^{m},16$ d'épaisseur, ci.	0,663
Total.	3,063

Soit $3^{mc.},063$.

Retranchant ce chiffre du deuxième, il reste 3,2. Ajoutant 3,2 à 74,841, l'on obtiendra pour le volume du bois équarri entrant dans l'avaleresse : 78,041 mètres cubes. On estime qu'il faut 1,76 mètre cube brut pour obtenir un mètre cube équarri ; il faudra donc pour cuveler cette avaleresse 137,352 mètres cubes bruts. Le chevi-ron du pays de Valenciennes étant les 0,22 du mètre cube, le chiffre précédent représente 624,32 ou en nombre rond 625 chevirons.

Si l'on compte des pieds d'arbre renfermant des nœuds, des fentes, et d'autres défauts qui les rendent impropres au débit pour cuvelage, on arrivera à ce résultat : pour cuveler une avaleresse ayant 2^{m},90 de diamètre intérieur d'angle en angle, 62^{m} de profondeur, et les épaisseurs du bois indiquées au commencement de ce mémoire, il faut environ 650 chevirons de chêne ou 143 mètres cubes bruts.

Pour obtenir ce prix de revient nous ferons usage des chiffres établis dans l'article précédent :

				f. c.
15$^{m.}$	de 0^{m},11	d'épaisseur	à 181$^{f.}$,72, l'un c'est.	2.724,60
10	de 0^{m},12	*id.*	à 189$^{f.}$,72, l'un c'est.	2.980,80
10	de 0^{m},13	*id.*	à 216$^{f.}$,09, l'un c'est.	2.160,90
10	de 0^{m},14	*id.*	à 233$^{f.}$,36, l'un c'est.	2.333,60
5	de 0^{m}.15	*id.*	à 250$^{f.}$,92, l'un c'est.	1.254,60
7	de 0^{m},16	*id.*	à 268$^{f.}$,58, l'un c'est.	1.880,06
			Total.	13.334,56

Soit 13.334 fr. 56 c.

	f. c.
0^{m},66 de trousse picotée ayant 0^{m},22 d'épaisseur à 376^{f},41 le mètre courant, c'est.	248,43
0^{m},96 de trousse picotée ayant 0^{m},24 d'épaisseur à 413$^{f.}$,25 le mètre courant, c'est.	396,72
1^{m},04 de trousse picotée ayant 0^{m},26 d'épaisseur à 450$^{f.}$,56 le mètre courant, c'est.	468,58
Total.	1.113,73

Soit 1.113 fr. 73 c.

	f. c.
0m,22 de trousse de cuvelage ayant 0m,11 d'épaisseur, à 181f.,64 le mètre courant, c'est. . . .	39,96
0m,44 de trousse de cuvelage ayant 0m,12 d'épaisseur, à 198f.,72 le mètre courant, c'est. . . .	87,43
0m,66 de trousse de cuvelage ayant 0m,13 d'épaisseur, à 216f.,09 le mètre courant, c'est. . . .	142,62
0m,44 de trousse de cuvelage ayant 0m,14 d'épaisseur, à 233f.,36 le mètre courant, c'est . . .	102,67
0m,22 de trousse de cuvelage ayant 0m,15 d'épaisseur, à 250f.,92 le mètre courant, ci.	55,20
0m,44 de trousse de cuvelage ayant 0m,16 d'épaisseur, 268f.58 le mètre courant, ci.	118,17
Total.	546,05

Soit 546 fr. 05 c.

Retranchant cette troisième somme de la seconde, il reste 567 fr. 68 c.

Ajoutant 567 fr. 68 c. à 13.334 fr. 56 c., on obtiendra pour le prix du cuvelage et du picotage exigés par 62m d'avaleresse : 13.902 fr. 24 c.

A cette dernière somme il faut ajouter la dépense en coins, en bois blanc, en picots, en bois blanc et chêne nécessités par les picotages; pour un seul picotage, cette dépense s'élève à 116 fr. 14 c.; pour onze elle sera de 1.277 fr. 54 c., d'où il suit que le prix de revient total sera de 15.179 fr. 78 c.

Tout à l'heure nous avons augmenté de 1/25 la quantité de bois nécessaire au cuvelage de l'avaleresse, faisant de même ici, le chiffre 15.179 fr. 78 c., deviendra 15.786 fr. 97, soit en nombre rond : 16.000 fr.

Main-d'œuvre des mineurs. Elle se compose de deux éléments :

1° Le fonçage proprement dit ;

2° La pose du cuvelage.

Les sables jaunes et l'argile bleue, en admettant que l'eau d'infiltration n'est pas très-abon-

dante et peut être facilement enlevée par le moteur affecté à l'extraction des déblais, peuvent être traversés à raison de 20 fr. le mètre courant.

Soit pour 29m,99, ci.	599,80
Les marnes blanches, en admettant que l'eau affluente ne soit pas très-considérable, et qu'elle puisse être maîtrisée au moyen d'une travaillante de 8 pouces et d'une travaillante de 15 pouces, fonctionnant à dix coups de piston par minute, par exemple, peuvent être traversées à raison de 80 fr. le mètre courant, soit 15m,93, ci.	1.274,40
Les marnes grises avec ou sans silex, en partant de l'hypothèse précédente, peuvent être traversées à raison de 100 fr. le mètre courant, soit pour 16m,08, en poussant le fonçage jusqu'à 62 mètres, ci.	1.608,00
Total.	3,482,20

Ainsi, le fonçage proprement dit de 62m d'avaleresse coûterait 3.482 fr. 20 c. Pour ce prix les mineurs auraient à leur charge la descente des jeux de pompes; leurs manœuvres, la remonte de ces mêmes jeux, en cas d'accident grave qui obligerait de mettre hors, avec l'aide des hommes chargés du service du jour à la bouche de l'avaleresse; le débit des coins, patins, billes, etc., nécessités par les manœuvres du fonçage. Si la masse d'eau affluente surpassait de beaucoup celle indiquée précédemment, les prix faits précédents seraient trop faibles.

Dans tous les cas, il importe de donner à forfait le fonçage d'une avaleresse; aucun travail de mines, surtout pendant l'hiver, n'exige autant d'intelligence, d'activité, je dirai même de dévouement; il faut que l'ouvrier soit fortement intéressé à le miner bien et vite. Les prix faits pré-

cédents permettent à un bon ouvrier d'avalement de gagner 3 fr. à 3 fr. 50 c. par jour, en moyenne, par journée de huit heures. On peut évaluer la pose du picotage et enlevage, dans les mêmes conditions d'épuisement à 54 fr. le mètre courant, l'un portant l'autre; il s'ensuit que la pose du cuvelage pour une avaleresse cuvelée sur une profondeur de 62^m s'élèverait à 3.348 fr.

Ajoutant ce chiffre au précédent, on obtient pour la main-d'œuvre des mineurs, tout compris, la somme de 6.830 fr. 20 c., soit en nombre rond : 6900 fr.

Le cuvelage est posé à la journée, il serait dangereux de donner sa pose à prix fait, à moins d'avoir à sa disposition d'excellents ouvriers d'avalement.

Nous terminerons ici ce qui est relatif à la première partie de ce mémoire.

DEUXIÈME PARTIE.

APPAREIL D'ÉPUISEMENT.

Engin de pompes.

Engin de pompes. Cet engin se compose de trois parties (*Pl. III* et *IV*, *fig.* 30, 31, 32, 33).

La première où le corps d'engin est formé de deux jambes reposant sur deux semelles et appuyées chacune par deux liens. Un chapeau réunit ces deux jambes à leur partie supérieure; deux moises boulonnées aux jambes, et à quelque distance sous le chapeau, supportent un boulon de 0^m,06 de diamètre, sur lequel sont enfilées deux poulies en fonte, dont les gorges peuvent recevoir des câbles de 0^m,06 de diamètre au moins. Un tirant de fer aplati à sa partie inférieure, supporte le boulon en son milieu et traverse le chapeau; il en ré-

sulte que si le boulon venait à ployer sous sa charge, celle-ci serait rejetée sur le chapeau. Une barre de fer rond, placée sous les deux moises, traverse les jambes d'engin et sépare les câbles qui passent sur les deux molettes supérieures. Enfin un étrier en fer est fixé au chapeau; cet étrier sert à guider et à soutenir les tiges des pistons lorsqu'on change les pistons des pompes. Une poulie en fonte, semblable aux premières, est fixée à chaque jambe d'engin; des échelons cloués sur une des jambes permettent de monter à la tête de l'engin.

Les deux autres poulies se composent de deux manéges semblables, mis en mouvement par les mineurs et les manœuvres chargés du service du jour à la bouche de l'avaleresse. Chaque manége est formé d un arbre à deux pivots, armé de deux cercles de fer à ses extrémités. A quelque distance au-dessus du sol, quatre leviers sont fixés à l'arbre au moyen d'un carcan en fer. Cet assemblage est simple et très-solide. Le pivot inférieur joue dans une crapaudine chassée dans un pied de chêne; le pivot supérieur joue dans un coussinet en fonte implanté, partie dans un sommier qui vient s'appuyer contre la jambe d'engin correspondante, partie dans une courte pièce de bois boulonnée au sommier. Un tréteau supporte l'autre extrémité de celui-ci. Les deux semelles de l'engin reposent sur une maçonnerie correspondante; par suite, les pieds de chêne sont fixés invariablement, et les arbres des manéges ne peuvent abandonner leur position verticale, quel que soit l'effort de traction auquel ils sont soumis. Toutes les pièces sont assemblées avec des chevilles de fer. L'engin (*Pl. III, fig.* 36, 37, 38) est desservi par deux câbles

goudronnés, ayant, comme on vient de le dire, $0^m,06$ de diamètre au moins. Chaque extrémité de câble porte un fort crochet à maille et clavette; les autres s'enroulent sur les arbres des manéges dans l'espace compris entre les sommiers et les leviers.

Cet engin peut être exécuté avec toute essence, même le sapin; mais quand il doit servir pendant longtemps et en toute saison, il faut employer le chêne.

Les câbles doivent être faits avec soin, et avec du chanvre de première qualité; s'ils venaient à rompre sous la charge qu'on est souvent obligé de leur donner dans le cours de l'avalement, la vie des mineurs se trouverait compromise.

Usage de cet engin. Il sert à descendre les jeux de pompes dans l'avaleresse, à remonter au jour en cas d'accident grave survenu aux travaillantes ou pistons; à changer les pistons des pompes, et en général, à descendre dans l'avaleresse toutes les matières lourdes que le moteur affecté à l'enlèvement des déblais ne pourrait y descendre; son emploi est continuel et toutes ses parties doivent toujours être maintenues en parfait état.

Étrier de la maîtresse tige des pompes.

En admettant que la maîtresse tige (*Pl. II, fig.* 35) des pompes, soit suspendue à l'extrémité du balancier d'une machine d'épuisement à simple effet et à cylindre clos, son étrier pourrait être fait de la manière suivante : Deux platines de fer percées de trous disposées comme le représente le dessin, sont réunies à l'une des extrémités; à partir du point de jonction, deux parties droites reçoivent deux clavettes et une contre-clavette; l'arbre du balancier qui porte la maîtresse tige, ou mieux l'arbre d'un parallélogramme établi à l'extrémité

de ce balancier, passe entre le point de jonction des deux platines et la clavette inférieure. Celle-ci, chassée fortement par la contre-clavette, emprisonne l'arbre du parallélogramme, qui fait corps avec l'étrier. Cet étrier, tel que le représente le dessin, pèse 550 kil., boulons compris.

Maîtresse tige. C'est elle qui porte les tiges de pistons des pompes (*Pl. III, fig.* 36, 37, 38), et par suite les colonnes d'eau ascensionnelles, on peut la faire en bois blanc. Sa tête est emprisonnée dans l'étrier précédent, ses dimensions sont assez fortes, $0^m,28$ sur $0^m,22$.

A quelques mètres sous la bouche de l'avaleresse, l'équarrissage de la maîtresse tige est beaucoup moindre; elle n'a guère que $0^m,22$ sur $0^m,22$. Elle se compose de deux pièces de 17^m de longueur, assemblées en trait de jupiter; ces deux pièces sont reliées ensemble au moyen de deux platines de fer traversées par des boulons. Les platines sont encastrées dans le bois de toute leur épaisseur.

Bois d'entrefends. Ces bois sont placés tous à l'aplomb l'un de l'autre à $0^m,03$ ou $0^m,04$ de la maîtresse tige, et du côté des jeux de pompes en répétition. Ils servent à guidonner la maîtresse tige pour l'empêcher de dévier de la verticale, et en outre, à fixer les jeux de pompes du jour, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Pieds de la maîtresse tige. On appelle ainsi les supports des tiges de pistons (*Pl. III, fig.* 39, 40, 41, 42). Il y en a de deux sortes, ceux du jour et ceux du fond. Les pieds de fer du jour peuvent être exécutés comme il suit : une barre de fer composée de trois parties droites, traverse la maîtresse tige à quelque distance au-dessus

de la bouche de l'avaleresse; elle y est maintenue par deux platines de fer fixées au moyen de boulons et d'écrous. Aux deux extrémités de cette barre s'ajustent deux arcs en fer, dont les pieds s'appliquent contre les faces latérales de la maîtresse tige, et y sont maintenus par des boulons et écrous. Chacune des extrémités de la barre de fer traverse une tige de piston; une clavette à deux branches empêche cette tige de remuer et même de vaciller.

Tous les écrous sont maintenus à leurs places par de petites clavettes à deux branches qui traversent les boulons. Cet assemblage est simple et très-solide, il dessert deux jeux de pompes. Un troisième jeu de pompe est desservi par un autre pied de fer, ayant la forme représentée par le dessin; une cale en bois ayant la forme d'un trapèze, se place entre lui et la maîtresse tige; il est fixé à celle-ci par trois boulons qui la traversent ainsi que l'étrier de suspension.

(*Pl. III, fig.* 43, 44, 45, 40) Les pieds de fer du fond, ne diffèrent des premiers que par la forme qui est plus simple; le mode d'assemblage est le même.

Les trois pieds de fer du jour peuvent mener trois jeux de 15 pouces, il en est de même des trois pieds du fond.

Les trois pieds de fer du jour, pèsent. .	131 kil.
Les trois pieds de fer du fond, pèsent.	163
Total. . .	294

Tiges de pistons. Il y en a de deux sortes : celles des jeux de pompes de petit et de gros calibre. La forme est la même dans les deux cas. Nous distinguerons dans ces tiges, la partie inférieure, la moyenne

et la partie supérieure (*Pl. III* et *IV*, *fig*. 46, 47, 48). La partie inférieure est arrondie, et reçoit une fourche dont l'extrêmité se rattache au pied du piston. Cette fourche est liée à la tige au moyen de boulons et d'écrous : il importe que les têtes de ces boulons soient arrondies, et les écrous à six pans, afin de ne pas déchirer les soulevantes. Les assemblages de tiges se font à traits de jupiter, comme pour la maitresse tige, ils sont maintenus par des platines de fer et des boulons et écrous. Les platines sont encastrées dans le bois de toute leur épaisseur. Au milieu du trait de jupiter, on laisse une petite ouverture carrée, prise dans chacune des tiges qui forment l'assemblage; dans cette ouverture, on chasse une clef qui rejette les tiges en dehors et rend l'assemblage plus rigide. (*Pl. IV*, *fig*. 49, 50). Vers le milieu du jeu de pompe, et seulement pour les jeux fixes établis dans la bâche, l'assemblage a lieu au moyen de deux fourches renversées; elles se présentent leurs pieds, qui sont serrés fortement au moyen d'une boite en fer que l'on fait glisser sur eux à coups de marteau. Cet assemblage est solide et très-rapidement déjointuré; il facilite beaucoup l'enlèvement des pistons hors des jeux de pompes (*Pl. IV*, *fig*. 51). La partie supérieure est arrondie et reçoit un étrier, cet étrier est saisi par les crochets des câbles d'engin, lorsqu'on veut monter le piston ou manœuvrer sa tige. Pour enlever commodément les tiges des pistons (*Pl. IV*, *fig*. 52), on se sert d'étriers volants qui saisissent les tiges à différentes hauteurs; dans ces étriers viennent passer les crochets des câbles d'engin; pour opérer rapidement il faut en avoir deux; les deux câbles peuvent marcher à la fois, et il y a

toujours un crochet montant et un autre descendant. Des trous percés convenablement dans les tiges des pistons, reçoivent les boulons de ces étriers volants.

Nous admettrons que les travaillantes employées ont $0^m,405$ et $0^m,19$ de diamètre intérieur, soient 15 et 7 pouces.

Les tiges des pistons des jeux de $0^m,405$ auront $0^m,13$ d'équarrissage, par conséquent elles pourront supporter sans se rompre une charge de 28.392 kil.

Elle pèsent $13^k,38$ par mètre courant; la bâche étant placée à 32^m, chaque jeu de pompe du jour recevra une tige de 26^m de longueur, ces 26^m pèseront.. . . . . 348 kil.

Ils perdent dans l'eau une partie de leur poids, égale à celui du volume d'eau déplacé; cette perte est de. . . . . 439 kil.

Ainsi, ces 26^m tendront à remonter en vertu d'une force égale à. . . . . 91 kil.

Ils exigeront deux paires de platines armées de leurs boulons et écrous; trois fourches armées de leurs boulons et écrous, et un étrier fixe. Cette ferraille pèse. . . . . 238 kil.

Les 26^m de tiges tendront donc à descendre en vertu d'une force égale à. . . . . 147 kil.

En négligeant toutefois la perte de poids éprouvée par la ferraille plongé dans l'eau.

Chaque jeu de pompe de la répétition, recevra une tige de 27^m de longueur, en supposant que l'épuisement se fasse à 55^m, et que les pieds de fer du fond soient placés à 12^m au-dessus de la bâche. Ces 27^m pèseront. . . . . 361 kil.

Ils perdront dans l'eau. . . . . 278 kil.

Ainsi, ils tendront à descendre en vertu d'une

force égale à. . . . . 83 kil.

Ils exigeront trois paires de platines armées de leurs boulons et écrous, une fourche armée de ses boulons et écrous, et un étrier fixe; cette ferraille pèse. . . . . 164 kil.

Les 27^m de tiges tendront donc à descendre en vertu d'une force égale à. . . . . 247 kil.

Les tiges des pistons des jeux de $0^m,19$ ont $0^m,10$ d'équarrissage, leur section renferme donc 100 centimètres carrés, et elles peuvent supporter sans se rompre.. . . . . 16.800 kil.

Le poids des tiges toutes armées, pour les jeux de pompes du jour et du fond, s'obtiendrait comme précédemment.

Les formes de leurs différentes parties étant les mêmes que celles des jeux de $0^m,405$, nous ne nous occuperons spécialement que des premières.

Les tiges de pistons se font en bois blanc, comme la maîtresse tige.

Pistons. Les pistons des jeux de pompes de petit et gros calibre sont faits de la même manière; ils se composent :

1° D'un pied en fer (*Pl. III, fig.* 53).

2° D'une platine en fer, traversée par le pied (*Pl. III, fig.* 54).

3° D'un clapet en cuir fort de $0^m,01$ d'épaisseur (*Pl. III, fig.* 55); il porte quatre platines en fer battu de $0^m,007$ d'épaisseur, qui sont reliées deux à deux par des rivets en cuivre à tête ronde. Ce clapet est traversé par le pied du piston.

4° D'un corps de piston en cuivre (*Pl. III, fig.* 56); il est garni d'un cuir fort de $0^m,01$ d'épaisseur, un cercle en fer mince retient le cuir à sa place.

5° D'une croix en fonte (*Pl. III, fig.* 57); elle

s'applique sous le corps du piston, ses extrémités viennent presser sur le cercle précédent, et s'opposent à sa descente quand le piston fonctionne. Elle est traversée par le pied du piston.

6° D'une clavette et contre-clavette (*Pl. III, fig.* 58, 59) qui traversent le pied du piston; la contre-clavette est percée d'un trou qui reçoit une goupille à deux branches; ces deux branches doivent toujours être ouvertes quand le piston travaille; sans cela, la contre-clavette peut tomber dans la travaillante, le piston se desserre, et la pompe ne donne plus. En avaleresse, il faut avoir au moins trois pistons pour deux travaillantes. Le poids d'un piston pour travaillante de 0m,405 est de. 73 kil.

Le dessin (*Pl. II, fig.* 60) représente le piston précédent tout monté.

Poids de l'attirail. Admettons que l'épuisement ait lieu à 55m, au moyen de six travaillantes de 0m,405 de diamètre intérieur, dont trois dans la bâche, et trois en répétition.

L'attirail se composera alors :

1° De la maîtresse tige, armée de son étrier de suspension et de ses pieds de fer.

2° Des trois tiges de pistons des jeux de pompes du jour.

3° Des trois tiges de pistons des jeux de pompes du fond.

4° De six pistons.

La première partie pèse. . . .		2.436 kil.
La seconde	*id.*	441
La troisième	*id.*	741
La quatrième	*id.*	438
	Total. . . .	4.056

Aspirants. (*Pl. IV*, *fig*. 61.) Ils sont en fonte, composés de deux parties, l'une de 3^m, l'autre de 2^m, les collets sont rabotés. On place entre eux, avant de les visser au moyen de boulons et d'écrous, un collet en cuir, bien graissé avec du suif. Ce collet s'oppose aux fuites d'eau et à l'entrée de l'air.

Il y a neuf rangées de narines; chacune en contient dix-huit. La dernière est à 0^m,37 du pied de l'aspirant, la première en est à 0^m,04. L'intervalle entre deux rangées consécutives est donc 0^m,02.

Le pied de l'aspirant est fermé par un plateau en fonte (*Pl. IV*, *fig*. 62) percé de quatre trous et armé de trois pieds de 0^m,03 ou 0^m,04 de longueur; ce plateau s'oppose à l'ascension des fragments de silex, qui, sans lui, pourraient monter dans la chapelle, se placer entre les clapets de la soupape d'aspiration et son siége, et par suite arrêter le mouvement de la pompe. L'aspiration de ces grosses pompes est assez forte, lorsqu'elles sont en bon état, pour élever des silex de la grosseur du poing. On a vu des ouvriers perdre une phalange, en essayant de déboucher les narines avec le doigt.

Le plateau ou tampon en fonte (*Pl. IV*, *fig*. 63, 64), est maintenu au moyen de quatre brides en fer qui passent sous l'aspirant et embrassent ses parois; les brides sont fortement serrées contre l'aspirant au moyen d'un cercle à charnière et à vis.

Les aspirants des jeux de pompes établis dans la bâche, peuvent être sans danger composés d'une seule partie de 3^m de longueur, mais il vaut mieux, surtout quand le terrain donne beaucoup d'eau, composer ceux de la répétition ainsi que nous l'avons

vu précédemment. Dès que la soupape d'aspiration d'une pompe du fond n'est plus en bon état, l'eau s'élève dans le fond de l'avaleresse; il importe donc, si l'on ne veut remonter le jeu tout entier, d'avoir un aspirant un peu long, qui permette aux ouvriers d'ouvrir la porte de la chapelle, de changer la soupape, et de refermer la porte avant que l'eau soit parvenue jusqu'à eux.

Les aspirants des jeux de pompes de la bâche (*Pl. IV, fig.* 65), reposent sur une croix en bois de 0^{m},08 d'épaisseur; cette croix a pour effet d'élever les narines au-dessus du dépôt fin et menu qui se fait d'ordinaire dans le fond de la bâche, et finirait par les boucher.

Le poids d'un aspirant pour pompe de 0^{m},405, avec tampon en fonte et brides en fer, est de.. 705 kil.

Chapelles. Elles s'ajustent sur la partie des aspirants qui a 2 mètres de longueur. Entre les deux collets de fonte, on en place un en cuir graissé avec du suif, comme nous l'avons vu plus haut; en général, ces collets en cuir sont toujours placés au contact de deux collets de fonte.

Les chapelles des jeux de pompes (*Pl. IV, fig.* 66 et 66 *bis*) de petit et gros calibre sont en fonte, et construites de la même manière; les soupapes d'aspiration seules sont différentes. Les portes sont fixées au corps des chapelles, au moyen de quatre écrous enfilés sur quatre boulons liés deux à deux au moyen d'un cercle de fer qui embrasse la chapelle. Quand la pompe fonctionne, la pression exercée sur la porte de celle-ci, est représentée par une colonne d'eau, ayant pour hauteur la différence de niveau entre la gueule de pompe et la chapelle. Cette pression tend à faire

sauter les quatre écrous ou à déchirer les boulons; au moyen des deux cercles de fer, elle est rejetée sur tout le corps de chapelle : sans eux, elle le serait sur les collets seulement, et il y aurait plus de chances de rupture. La partie de la porte de chapelle en contact avec l'eau, dans un jeu de quinze pouces, a pour surface 1.728 centimètres carrés. Le centre de la porte des jeux de pompes établis dans la bâche, en supposant celle-ci placée à 32^{m} au-dessous du sol, se trouve à 26^{m} au-dessous de la partie supérieure de la gueule de pompe; il en résulte donc sur ce centre, une pression d'eau égale à 2.607 kil. par centimètre carré; par suite la porte est soumise à une pression normale égale à 4.505 kil. au moins, car il faut tenir compte de l'effet produit par le coup de piston au moment où il descend.

La porte est renforcée par des nervures saillantes au dehors. Il est très-important qu'elle ne prenne pas d'air, et pour cela, il faut qu'il y ait une jonction parfaite, entre le collet de la porte et celui qui fait corps avec la chapelle. Ici, un simple collet en cuir ne suffirait plus; en avaleresse, surtout lorsqu'il faut changer les clapets des soupapes d'aspiration des jeux de pompes en répétition, l'eau qui s'élève sans cesse, fait une loi d'opérer bien et vite; par suite, les ouvriers n'auraient pas le temps d'étendre le collet en cuir, comme il l'était au moment de la descente de la pompe; ce collet, en contractant des plis, laisserait entrer de l'air dans la chapelle, et l'eau ne pourrait baisser plus bas que celle-ci. Il faut un collet rigide, qui une fois appliqué sur celui de la chapelle, ne puisse se déplacer. On remplit très-bien cette condition au moyen d'un collet en tôle mince

garni des deux côtés de cuir ou d'étoupes graissés avec du suif (*Pl. III*, *fig*, 67); il porte des pattes que l'on rabat au marteau de manière qu'elles viennent serrer le derrière du collet appartenant à la chapelle. A la partie supérieure de la porte et en son milieu, se trouve fixé un anneau (*Pl. III*, *fig*. 68, 69). Un petit palan en fer et cuivre, composé d'une poulie simple et d'une poulie double, relie cet anneau à l'un des bourrelets de la travaillante; la poulie double est suspendue à ce bourrelet au moyen d'une corde qui embrasse la travaillante; la poulie simple est fixée à l'anneau aussi par une corde.

Une cordelette goudronnée de $0^m,02$ de diamètre, unit les deux poulies. Les portes des chapelles des jeux de pompes de quinze pouces pesant près de 100 kil., deux hommes ne pourraient les manœuvrer facilement sans un palan. Celui dont il est ici question, est verni pour éviter l'oxydation; les molettes sont en cuivre. La manœuvre des portes se fait par deux hommes, l'un tient la corde du palan; il doit y avoir à son extrémité un nœud assez fort pour qu'il ne puisse passer dans la gorge de la poulie, si par hasard la corde mouillée lui glissait entre les mains, ce qui occasionnerait la chute de la porte au fond de l'avaleresse. Un deuxième ouvrier dévisse les écrous, ouvre la chapelle, et change le clapet de la soupape d'aspiration.

Les portes des chapelles des jeux de sept pouces, sont attachées au moyen d'une corde dont une extrémité passe dans l'anneau, et l'autre extrémité embrasse la travaillante au-dessus du dernier collet; leur poids n'étant pas très-considérable, on peut se dispenser d'un palan.

Sur le collet supérieur de la chapelle, on pose une traverse ou sommier en fer (*Pl. II, fig*, 70); il doit affleurer le collet de manière que l'on puisse boulonner sans difficulté la travaillante sur la chapelle. Ce sommier est destiné à supporter le piston lorsqu'on veut le dételer de la maîtresse tige, et à s'opposer à l'introduction dans la chapelle de ce même piston, si la tige venait à s'échapper lorsqu'on la sort du jeu de pompe; en tombant sur la soupape d'aspiration, il pourrait la briser, ou fendre la chapelle dans sa partie inférieure.

Soupapes d'aspiration. Il y en a de deux sortes : celles pour pompes de quinze pouces, se composent :

1° D'une pièce de fer formée de deux parties rectangulaires, percées chacune d'un trou aussi rectangulaire (*Pl. III, fig.* 71).

2° D'un sommier en fonte (*Pl. III, fig.* 72).

3° D'une platine en fer qui se place sous le sommier (*Pl. III, fig*, 73).

4° D'un clapet en cuir fort de $0^m,01$ d'épaisseur (*Pl. III, fig.* 74); ce clapet est garni de quatre platines de fer de $0^m,007$ d'épaisseur, liées deux à deux par des rivets en cuivre à têtes rondes.

5° D'un corps de soupape d'aspiration en cuivre (*Pl. III, fig.* 75), garni d'un cuir fort de $0^m,01$ d'épaisseur; un cercle en fer mince retient ce cuir en place.

6° D'un sommier en fonte (*Pl. III, fig.* 76), dont les extrémités viennent s'appuyer sur le cercle précédent; il est placé à angle droit sur le premier sommier.

7° D'une clavette et contre-clavette (*Pl. III*, *fig.* 77, 78) qui passe dans l'ouverture rectangulaire pratiquée dans le pied de la première pièce. La contre-clavette est percée d'un trou qui reçoit une goupille à deux branches; ces deux branches doivent être ouvertes quand la pompe fonctionne.

8° D'une clavette à talon (*Pl. III*, *fig.* 79) qui passe dans l'ouverture rectangulaire pratiquée dans la tête de la première pièce. Cette clavette est percée d'un trou qui reçoit aussi une goupille à deux branches. On voit donc que la première pièce traverse les n°s 2, 3, 4, 5, 6. — Voici comment on fixe cette soupape. On la chasse à coups de masse dans la partie conique ménagée à la base de la chapelle, et de manière que le sommier supérieur soit parallèle à la porte. Quand elle refuse d'entrer, on fore deux trous taraudés de 0m,015 de diamètre aux flancs de la partie conique de la chapelle. Ces trous pénètrent dans le corps de la soupape au moins de 0m,02; puis on y fait entrer deux boulons à vis. Les têtes de ces boulons portent deux trous qui permettent à l'ouvrier de les resserrer au moyen d'une simple broche, si par hasard ils venaient à jouer dans le cours de l'avalement. L'effet de ces vis est de s'opposer à tout mouvement de bas en haut, ou de haut en bas, de la part de la soupape d'aspiration. Pour changer le clapet l'ouvrier retire la clavette à talon, enlève le sommier, puis la platine de fer, et enfin le clapet; quand il a remplacé celui-ci, il remet toutes les pièces à leur place, en ayant soin d'ouvrir les branches de la goupille fixée à la clavette à talon; sans cette précaution, la clavette prend du jeu, se détache et l'aspiration soulève

clapet, platine et sommier, et le jeu de pompe se trouve arrêté.

Une soupape d'aspiration pour jeu de quinze pouces pèse. . . . . 5,512 k.

(*Pl. III*, *fig.* 80). Ce dessin représente la soupape d'aspiration précédente toute montée.

(*Pl. III*, *fig.* 81). Pour une pompe de sept pouces, la soupape d'aspiration se compose :

1° Du corps de la soupape en fonte, garni d'un cuir fort maintenu par un petit cercle de fer à la partie inférieure.

2° D'un clapet en cuir fort de 0^m,007 d'épaisseur; ce clapet est garni de deux plaques en fer battu de même épaisseur, liées entre elles par des rivets en cuivre à têtes rondes.

3° D'une platine de fer qui se pose sur la queue du clapet.

4° De deux écrous qui se vissent sur deux boulons faisant corps avec la boîte de la soupape, et traversant la queue du clapet et la platine de fer.

Cette soupape se fixe comme la première; on la chasse à coups de masse dans la partie conique à la base de la chapelle, et de manière que la queue du clapet soit tournée vers la porte; quand elle refuse d'entrer, on fore deux trous taraudés de 0^m,01 de diamètre dans les flancs de la partie conique de la chapelle; ces trous pénètrent de 0^m,015 dans la boîte de la soupape; puis on y fait entrer deux boulons à vis et à têtes trouées comme on l'a vu plus haut.

En avaleresse il faut au moins trois clapets de soupapes d'aspiration, pour deux travaillantes.

La chapelle d'un jeu de quinze pouces, garnie de la soupape d'aspiration et d'un palan, pèse. . . . . 576 k.

Travaillantes. — (*Pl. IV, fig.* 82.) Elles sont en fonte : les travaillantes de $0^m,405$ de diamètre intérieur, portent trois bourrelets ou couronnes sur leur surface extérieure; le bourrelet situé près de l'un des collets s'appuie sur le collier de suspension, comme on le verra plus loin. Le bourrelet situé près du deuxième collet reçoit la corde qui porte la poulie double faisant partie du palan qui sert à manœuvrer les portes des chapelles. Les travaillantes de $0^m,19$ de diamètre intérieur ne portent qu'un bourrelet, qui s'appuie sur le collier de suspension. Il importe que l'intérieur des travaillantes soit bien lisse et cylindrique, sans soufflures ni saillies qui déchireraient les garnitures des pistons. On bouche les soufflures avec du plomb fondu que l'on gratte ensuite de manière à ne rien laisser de saillant au-dessus de la fonte. Une travaillante qui ne serait pas cylindrique sur toute sa longueur, ne pourrait fonctionner régulièrement.

Les travaillantes de 15 pouces ont 4 mètres de longueur; celles de 7 pouces ont 3 mètres. Une longueur de 3 mètres suffirait pour tous les jeux établis dans la bâche, car ils sont fixes et la course du piston se fait toujours à peu près dans la même étendue. La répétition demande au contraire de longues travaillantes; car ces jeux étant suspendus et descendants comme les mineurs, il faut moins souvent rallonger les tiges des pistons. Ceux-ci peuvent jouer dans les travaillantes du fond de manière à s'élever jusqu'à $0^m,20$ près du collet su-

périeur et à descendre $0^m,20$ près du collet inférieur; cependant il ne faut pas attendre trop longtemps avant de rallonger les tiges ou les baisser, car les pistons pourraient sortir des travaillantes ou venir frapper sur les sommiers de chapelle. Dans les deux cas il y aurait rupture de la tige ou des tirants de suspension, si l'on marchait à jeu suspendu. Il est nécessaire d'évaser l'entrée et la sortie des travaillantes, afin de faciliter l'entrée des pistons. En épuisement fixe, il faut adopter les travaillantes en cuivre ou en bronze; le frottement y est beaucoup plus doux, et les pistons y durent plus longtemps. En avaleresse le cuivre et le bronze seraient trop vite rayés par les silex et les pierres dures que l'aspiration amène dans les corps de pompes.

Une travaillante de 15 pouces pèse : 1,310 kilogrammes.

Gobelets. — (*Pl. IV*, *fig*. 83.) Ils sont en fonte, et s'ajustent sur les travaillantes. Un bourrelet ménagé à la partie supérieure du gobelet, reçoit le pied de la dernière soulevante en bois. Le diamètre des gobelets est un peu plus grand que celui des travaillantes; ils ne sont pas alésés. Leur entrée est évasée, afin que les pistons y pénètrent plus facilement.

Un gobelet pour jeu de 15 pouces pèse 368 kilogrammes.

Soulevantes. — On appelle ainsi des tuyaux en bois cerclés en fer qui s'ajustent sur le gobelet et amènent au jour la colonne d'eau ascensionnelle. Ils sont faits en bois blanc sec ou sapin. Ceux des jeux de pompes de quinze pouces sont composés de douves rabotées avec soin et ayant les dimensions suivantes :

Largeur en dehors. . . . . $0^m,085$
Largeur en dedans. . . . . $0^m,06$
Épaisseur. . . . . $0^m,06$

La longueur varie entre 1 et 3 mètres, suivant l'usage et la position de la soulevante. Les cercles de fer ont $0^m,012$ d'épaisseur et $0^m,04$ de large ; ils sont arrondis en dedans afin de ne pas déchirer le bois au moment de la pose ; celle-ci se fait à chaud. On refroidit les cercles avec de l'eau dès qu'ils sont chassés au refus. L'intervalle laissé entre deux cercles consécutifs est d'environ $0^m,23$. Le forage des soulevantes pour jeu de quinze pouces doit être exécuté par quatre forgerons ; deux tiennent des masses appliquées sur les cercles ; deux autres frappent sur ces masses de manière à faire descendre les cercles de niveau.

Les soulevantes des jeux de pompes de 7 pouces sont formées de douves ayant $0^m,035$ d'épaisseur ; les longueurs sont les mêmes que précédemment. Les autres dimensions sont en rapport avec le calibre de la pompe. Les cercles de fer ont $0^m,008$ d'épaisseur sur $0^m,04$ de large ; l'intervalle laissé entre deux cercles consécutifs est encore de $0^m,23$.

Nous distinguerons trois espèces de soulevantes :

1° Celle qui s'ajuste sur le gobelet en fonte (*Pl. IV, fig.* 84). Elle doit être ferrée avec plus de soin que toutes les autres, car c'est elle qui supporte la plus forte pression d'eau. Pour empêcher les fuites d'eau entre le bois et la fonte, on y chasse des picots en bois blanc et chêne, à partir du bourrelet. Elle présente deux emmanchements : l'un reçoit la partie

supérieure du gobelet ; l'autre le pied de la deuxième soulevante. Les derniers cercles doivent être à 0^{m},01 ou 0^{m},02 des extrémités, car sans cela le bois pourrait s'écraser sous le poids des soulevantes supérieures. A 0^{m},15 au-dessus de l'extrémité supérieure du gobelet en fonte, on ménage dans le bois un trou circulaire de 0^{m},04 ou 0^{m},05 de diamètre ; il sert à vider une partie des soulevantes lorsqu'on veut changer le piston. La hauteur d'eau qui pèse sur lui étant moins grande, il est plus facile de le sortir de la travaillante. Ce trou se bouche avec un tampon en bois de même forme, que l'on chasse à coups de marteau.

2° Celles comprises entre la soulevante du gobelet et la gueule de pompe (*Pl. V, fig.* 85). La tête présente un emmanchement qui reçoit le pied de la soulevante immédiatement supérieure ; le pied est taillé un peu coniquement en dehors ; mais la ligne génératrice du cône, est une courbure légère, de telle sorte que la jonction de deux soulevantes ait lieu suivant une circonférence. Les fuites d'eau sont alors bien moins à craindre que si la jonction avait lieu suivant une surface conique.

3° La gueule de pompe (*Pl. IV, fig.* 86). C'est elle qui termine le jeu. La tête ne présente pas d'emmanchement. A 0^{m},44 au-dessous de l'extrémité supérieure, se trouve un conduit de longueur variable suivant la disposition des lieux ; il est fermé sur ses quatre faces. Une ouverture rectangulaire ménagée dans la face supérieure du conduit permet de s'assurer à chaque instant de l'état de la pompe. Il peut se présenter quatre cas différents :

La pompe suce, c'est-à-dire aspire de l'air.

— On s'en aperçoit aux bulles qui s'élèvent dans la gueule. Dans ce cas, l'eau redescend un peu plus bas que la face inférieure du conduit, mais elle s'arrête dès que le piston est parvenu au bas de sa course.

La pompe donne en plein. — L'eau ne descend jamais plus bas que la face inférieure du conduit, quelle que soit la position du piston.

Le piston perd, soit par la garniture, soit par les clapets. — Dans ce cas l'eau descend au lieu de monter dans les soulevantes, à la levée du piston..

La soupape d'aspiration perd. — Dans ce cas, l'eau descend au lieu de monter dans les soulevantes, à la descente du piston. Un bon ouvrier d'avalement ne se trompe jamais à ces signes, il voit de suite si, pour remettre la pompe en bon état, il faut enlever et changer le piston, ou changer la soupape d'aspiration (*secret*, terme de mineur). En avaleresse il est très-important de souvent consulter les gueules de pompes, cela évite des erreurs qui toujours entraînent des pertes de temps.

Le défait ou la pente des douves, pour soulevantes des jeux de pompes de quinze pouces, est de $0^m,019$ par mètre. Sans ce défait, les cercles de fer ne pourraient serrer les douves les unes contre les autres.

Le prix du mètre courant de cette soulevante en sapin pour jeu de quinze pouces est de 45 à 50 fr.

Le poids du mètre courant de cette soulevante, toute ferraillée, est de. 54k,64

La bâche étant placée à 32 mètres, chaque jeu de pompe du jour aura environ $22^m,50$ de soule-

vantes qui pèseront, ci. . . . . 1230 k.

Presse hydraulique. Les pressions latérales exercées par l'eau sur les parois intérieures des soulevantes, étant assez considérables, surtout au bas de la colonne, il importe de ne faire usage que des soulevantes essayées à priori. Sans cela on serait obligé, si les fuites d'eau étaient fortes, d'enlever toutes les soulevantes superposées à celle qui donne de l'eau ; et il en résulterait une perte de temps. Cette eau est jaillissante ; elle tombe en forme de pluie au fond de l'avaleresse et gêne infiniment le travail des mineurs.

La presse d'essai se compose (*Pl. V*, *fig.* 87, 88):

1° De deux plateaux en fonte qui reçoivent, l'un la tête des soulevantes, l'autre leur pied. Un bourrelet circulaire ayant un diamètre intérieur égal au diamètre extérieur de la soulevante à chaque extrémité, est ménagé dans chacun des plateaux. Un cuir cloué sur le bois s'oppose aux fuites d'eau entre la soulevante et les bourrelets.

Le plateau qui reçoit la tête de la soulevante est percé à son centre d'un trou circulaire que l'on met en communication avec le tuyau d'amenée d'une pompe aspirante et foulante. Il porte quatre oreilles percées de trous rectangulaires.

Le plateau qui reçoit le pied de la soulevante est percé à son centre d'un trou circulaire qui ne pénètre que dans une partie de son épaisseur ; ce trou se prolonge verticalement dans le plateau ; à sa partie supérieure, il s'élargit de manière à présenter une partie conique qui sert de siége à une soupape de sûreté. Un trou vertical et cylindrique

est taraudé à côté du premier. Un autre petit trou circulaire est ménagé dans la surface extérieure du plateau, un peu au-dessus du siége de la soupape. Il porte aussi quatre oreilles percées de trous rectangulaires. Chaque plateau repose sur une partie plane percée de deux trous ; ceux-ci reçoivent des chevilles en fer qui servent à fixer les plateaux sur le sol ou mieux sur deux sommiers en bois, quand on veut faire fonctionner la presse :

(*Pl. V*, *fig.* 89.) 2° De quatre tirants en fer percés de trous rectangulaires espacés de 0m,30 ; ces trous reçoivent des clavettes qui se placent derrière la surface extérieure du premier plateau. Chaque tirant est terminé par une vis à filets triangulaires d'un mètre de longueur.

(*Pl. IV*, *fig.* 90.) 3° D'une pièce de fer qui se visse dans le trou taraudé ménagé dans la partie supérieure du deuxième plateau ; un boulon traverse la tête de cette pièce et le levier de la soupape de sûreté ; il forme le point de rotation de ce levier.

(*Pl. IV*, *fig.* 91, 92.) 4° D'un levier avec piston ; celui-ci se termine par une pointe qni appuie sur la tête de la soupape de sûreté.

(*Pl. IV*, *fig.* 93.) 5° D'une soupape de sûreté composée d'une partie cylindrique et d'une partie conique.

(*Pl. IV*, *fig.* 94.) 6° D'une masse contre-poids en fonte ; elle présente au centre une ouverture rectangulaire dans laquelle pénètre le levier de la soupape de sûreté ; une vis de pression arrête cette masse au point voulu.

(*Pl. IV*, *fig* 95.) 7° De deux clefs pour serrer les écrous des tirants.

Il est facile de saisir le jeu de cette presse; admettons que l'on ait à essayer une soulevante de $2^m,50$ de long, et appartenant à un jeu de quinze pouces. On fera glisser les deux plateaux sur leurs sommiers, ou seulement celui qui reçoit le pied des soulevantes, car l'autre étant lié à la pompe aspirante et foulante, doit être fixe; on emmanchera la soulevante garnie de lanières de cuir à ses extrémités, ainsi que nous l'avons dit plus haut; puis on fera passer les quatre tirants dans les oreilles des plateaux; les clavettes placées convenablement, on tournera les écrous de manière à presser fortement contre les circonférences qui terminent la soulevante; les bourrelets agiront de même sur la surface extérieure.

La soupape de sûreté et son levier étant mis en place, on remplira d'eau la soulevante au moyen de la pompe aspirante et foulante; on la laissera en cet état pendant quelques heures, afin de donner au bois le temps de se gonfler; puis on fera marcher la pompe, jusqu'à ce que la soupape en se levant un peu, donne lieu à un jet d'eau par le petit trou circulaire pratiqué au-dessus du siége de la soupape. La position de la masse contre-poids, au moment de la levée, indiquera la pression en atmosphères à laquelle la soulevante aura résisté sans donner de fuites.

Appareil de suspension. — Cet appareil est destiné à supporter et à manœuvrer avec peu de bras les jeux de pompes de la répétition.

Colliers. — *Pl. IV, fig.* 96. Ceux qui portent les jeux de pompes de quinze pouces se placent sous le troisième bourrelet de la travaillante, à partir de la chapelle.

Ceux qui portent les jeux de pompes de huit

pouces se placent sous le bourrelet unique de la travaillante. Il sont faits de la même manière, sauf les dimensions qui sont différentes. Les gros colliers se composent de deux demi-cercles de fer ayant 0m,04 d'épaisseur et 0m,12 de largeur; chaque demi-cercle porte deux oreilles percées d'un trou circulaire de 0m,05 de diamètre. Ces oreilles passent à frottement entre les platines de deux anses de fer; ces platines sont aussi percées de trous circulaires de 0m,05 de diamètre. Deux boulons à tête carrée, à filets triangulaires, traversent les platines et les oreilles; deux écrous achèvent de les fixer, et pour s'opposer à tout mouvement de la part des écrous, on les arrête au moyen de chevilles à deux branches qui traversent les boulons. Ces chevilles sont placées de telle manière, que lorsque les écrous sont en place, les anses peuvent avoir un mouvement léger de rotation autour des boulons.

Un collier pour jeu de quinze pouces pèse 118 kilogrammes.

Tirants de suspension en fer. — Tous ces tirants sont en fer rond de 0m,04 de diamètre. Ils sont terminés par deux crochets tournés en sens inverse; chaque crochet est percé d'un trou circulaire et porte une maille de fer; une clavette à deux branches chassée dans ce trou s'oppose à tout mouvement de la maille. Il faut avoir soin de toujours ouvrir cette clavette quand les tirants fonctionnent; car si la ligne venait à remonter par une cause quelconque, le tirant inférieur pourrait soulever la maille du tirant supérieur, et se décrocher. Par suite, le jeu de pompe, ou au moins toute la ligne de tirants supportés

par le premier, tomberait au fond de l'avaleresse.

Nous distinguerons trois espèces de tirants en fer :

Pl. IV et *V*, *fig.* 97, 98, 99. Les premiers ont 0^m,60 de longueur. L'un des crochets, beaucoup plus fort et plus ouvert que l'autre, saisit l'anse du collier de suspension, ou l'œil des vis de suspension, dont nous parlerons plus bas.

Les seconds ont 3 mètres, et les troisièmes 5 mètres de longueur.

Pour trois jeux de pompes de 15 pouces en répétition, la bâche étant placée à 32 mètres, et l'épuisement se terminant à 55 mètres, il faut :

1° 12 tirants de 0^m,60.
2° 18 tirants de 5 mètres.
3° 6 tirants de 3 mètres.

Ces combinaisons suffisent pour rallonger les lignes de tirants et opérer la descente des jeux de pompes.

Il est indispensable de vérifier tous les crochets avant de les mettre entre les mains des mineurs ; le moindre défaut, soit dans un crochet, soit dans toute autre partie de la pièce, doit la faire rejeter. La fracture de l'un des tirants pourrait avoir les suites les plus graves.

Un tirant de 0^m,60 pèse. . .	15,54	kilogr.
Un tirant de 3^m,00 — . . .	32,60	—
Un tirant de 5^m,00 — . . .	54,33	—

Tirants en fer et bois. — *Pl. V*, *fig.* 100. Chacun d'eux se compose d'une tige en bois blanc de 0^m,11 d'équarrissage et 11 mètres de longueur, portant à chaque extrémité une four-

chette en fer; celle-ci se termine par une tige de $0^m,04$ de diamètre et $1^m,66$ de longueur, qui porte un crochet semblable aux crochets des tirants en fer. Les platines des fourchettes ont $1^m,06$ de largeur sur $0^m,015$ d'épaisseur, et 1 mètre de long. Elles sont liées aux tiges en bois par quatre boulons de $0^m,015$ de diamètre. Il faut, pour trois jeux de quinze pouces en répétition, en admettant les mêmes conditions que précédemment

Douze tirants en fer et bois; dans chaque jeu, les deux premiers tirants sont suspendus à deux crochets de $0^m,60$, qui eux-mêmes le sont aux deux vis. Les deux derniers tirants sont liés aux deux premiers tirants en fer de la répétition. Voici le poids d'un tirant en fer et bois :

1° Le bois pèse.	105 ,38
2° Les deux fourchettes et leurs boulons.	80, 85
TOTAL. . .	186, 23

Vis de suspension. — *Pl. V, fig.* 101. Ces vis sont en fer, à filets rectangulaires; elles ont $3^m,72$ de longueur totale, et 3 mètres filetés. Les dimensions des filets sont $0^m,006$ de hauteur sur $0^m,007$ de profondeur. La hauteur du pas est de $0^m,006$. Le diamètre du corps de la vis est de $0^m,056$. A l'une des extrémités, elle est percée d'un trou circulaire de $0^m,02$; à l'autre, elle porte un œil ou anneau de $0^m,10$ de diamètre; cet anneau reçoit le gros crochet d'un tirant de $0^m,60$ de longueur.

Ecrous et flottes des vis. —*Pl. IV, fig.* 105, 103. En fer, ces écrous sont à six pans; leur hau-

teur est de $0^m,10$ à la partie inférieure ; ils sont arrondis afin que le frottement sur les flottes soit le plus doux possible.

Les flottes sont en fonte ; leur équarrissage est de $0^m,26$; leur épaisseur de $0^m,06$. La partie supérieure est creusée en forme de cuvette pour recevoir l'écrou. On a soin d'y mettre du suif ou tout autre corps gras pour diminuer le frottement, et en même temps empêcher l'écrou et la flotte de s'user l'un par l'autre. Chaque flotte est maintenue sur bois au moyen de quatre vis. Les trous qui reçoivent les vis sont coniques, pour éviter l'usure des filets.

Etrier et clef de manœuvre. — (*Pl. IV, fig.* 104, 105, 106). Le boulon de cet étrier passe dans le trou de $0^m,02$ ménagé à la partie supérieure de la vis; il est destiné à soulever la vis et la ligne de tirants en bois et fer qu'elle supporte, quand on veut la rallonger ; ce poids s'enlève par le câble de l'engin de pompes.

Il y a deux clefs de manœuvre : la première est destinée à tourner les écrous des vis, quand les tirants sont chargés. La longueur est de $1^m,40$. Elle est manœuvrée par deux ou trois hommes. L'un d'eux saisit le manche à son extrémité ; l'autre la soutient au moyen d'une cordelette passée dans un anneau fixé près la partie de la clef qui embrasse l'écrou. La seconde est une petite clef à manche vertical et à cinq pans ; en sorte qu'une fois placée sur l'écrou, elle ne peut s'en échapper. Elle est destinée à tourner les écrous quand les tirants sont déchargés. Un homme la manœuvre aisément, car on a besoin d'enlever, au moyen d'un câble d'engin, les écrous des vis au-dessus de leurs flottes.

Sommier des vis. — (*Pl. V*, *fig.* 107, 108.) Ce sommier est en chêne; il a 3^m,23 de long sur 0^m,35 de large et 0^m,50 d'épaisseur. Il est placé sur la bouche de l'avaleresse, à 0^m,03 ou 0^m,04 de la maîtresse tige, du côté des jeux des pompes en répétition, et parallèlement au tablier de la bâche. Des encastrements rectangulaires y sont ménagés pour recevoir six flottes de vis de suspension; les centres de ces flottes sont à 0^m,62 et à 0^m,26 les uns des autres, suivant les jeux de pompes auxquels elles appartiennent. Les flottes sont encastrées dans le bois de la moitié de leur épaisseur. Les trous percés dans le sommier, pour livrer passage aux vis, sont coniques : ils ont 0^m,12 de diamètre à la grande base, et 0^m,09 de diamètre à la petite.

Le patin de retenue de la maîtresse tige vient appuyer, lorsque la machine d'épuisement est arrêtée, sur le milieu du sommier. Ce patin a un mètre de long sur 0^m,22 et 0^m,20 d'équarrissage ; il est fixé à la maîtresse tige par 4 boulons. La course du piston de la machine d'épuisement doit être réglée de manière que le patin ne vienne jamais frapper le sommier à la descente de la maîtresse tige ; ce choc pourrait le briser et peut-être provoquer la chute des tirants de suspension dans l'avaleresse. Si l'on n'était pas certain de régler à volonté la course du piston à vapeur, il faudrait fixer à la maîtresse tige un ou deux autres patins plus faibles que le premier, dans l'avaleresse même ; ces patins appuieraient sur des guidons reliés d'une part aux bois d'entrefents, de l'autre au cuvelage. On les disposerait de manière que le premier touchât avant le deuxième, et le

deuxième avant le troisième, qui serait celui du jour.

Charge sur le sommier des vis. — Admettons que l'épuisement ait lieu à 55 mètres au moyen de trois travaillants de 15 pouces. La charge sur le sommier des vis se composera ainsi qu'il suit :

		kil.
1° 6 vis de suspension et leurs écrous pesant. . .		751
2° flottes pour vis de suspension.	*id.*	157
3° 12 tirants de $0^m,60$.	*id.*	186
4° 18 tirants de 5 mètres.	*id.*	977
5° 6 tirants de 3 mètres.	*id.*	195
6° 12 tirants en fer et bois.	*id.*	2.235
7° 3 colliers de suspension.	*id.*	354
8° 3 aspirants avec tampons et brides.	*id.*	2.115
9° 3 chapelles armées de leurs soupapes et palants	*id.*	1.728
10° 3 travaillantes.	*id.*	1.104
11° 3 gobelets.	*id.*	2.295
12° 42 mètres de soulevantes.	*id.*	2.295
13° Poids des trois colonnes d'eau, déduction faite de celle déplacée par les tiges des pistons, pesant.		8.533
Total.		24.560

Cette charge de 24.560 k. est appliquée au point milieu. Il faut lui ajouter le choc de l'eau au moment où les pistons commencent à descendre; ce choc produit dans tout l'attirail de suspension un ébranlement qu'il importe d'éviter autant que possible; car rien n'est plus nuisible à sa solidité. On y parvient en marchant à jeux posés, c'est-à-dire que l'on dévisse les lignes de tirants jusqu'à ce que les pieds des aspirants reposent au fond de l'avaleresse. Le sommier n'a plus alors à porter que le poids de l'attirail de suspension, savoir : 4,501 kil..

Quand le terrain n'est pas fort dur, les aspirants descendent seuls par l'effet du poids de la pompe et du choc de l'eau sur la soupape d'aspiration ; mais dès que le sommier porteur recommence à trembler, on donne quelques coups de clefs aux écrous, et les aspirants portent de nouveau sur le terrain. Dans tous les cas, il ne faut pas trop dévisser, parce que le poids des tirants supérieurs pourrait faire sauter la dernière maille de l'avant-dernier tirant en fer, et le dernier tirant, de 0m,60, se décrocherait. Si le terrain était mou, les pieds des aspirants s'y enfonceraient assez pour boucher les narines : les pompes n'aspireraient plus, et alors il faudrait marcher à jeux suspendus.

Manœuvre des jeux de pompes. — Nous nous occuperons successivement des jeux de pompes établis dans la bâche et de ceux de la répétition.

En général la bâche ne peut être établie sans un jeu de pompe de petit calibre ; la séparation des argiles bleues et des marnes blanches, et la tête de ces marnes, donnent plus d'eau que le moteur affecté à l'enlèvement des déblais ne peut en tirer. En conséquence, dès que l'on approche des marnes blanches, et avant d'atteindre le premier niveau, on descend un jeu de sept pouces dans l'ordre suivant :

1° L'aspirant, armé de son tampon en fonte et d'une natte en osier, boulonné avec la chapelle, est saisi par les câbles de l'engin de pompes ; le dessus de la chapelle est arrêté à la bouche de l'avaleresse ;

2° La travaillante, armée de son collier de suspension, est boulonnée sur la chapelle ; puis les

câbles d'engin passés dans le collier de suspension descendent à la fois, l'aspirant, la chapelle, et la travaillante;

3° Le gobelet en fonte, surmonté de la première soulevante, est boulonné dans le fond sur la travaillante;

4° Les autres soulevantes sont descendues successivement et massées fortement les unes dans les autres pour éviter les fuites d'eau; enfin la gueule de pompe, qui doit dépasser d'un mètre environ la bouche de l'avaleresse, termine le jeu.

Deux vis de suspension sont établies, l'une sur le sommier placé en avant de la maîtresse tige, l'autre sur un sommier plus faible placé derrière la maîtresse tige, et qui est enlevé immédiatement après la pose de la bâche. A ces vis on accroche deux tirants de $0^{m},60$, puis des tirants en fer et bois, et aussi des tirants en fer, suivant la différence de niveau existant entre la bouche de l'avaleresse et le collier de suspension. Les soulevantes sont liées à ces tirants par des traits goudronnés afin d'empêcher toute oscillation quand la pompe fonctionnera. On calfate les jointures, c'est-à-dire que l'on chasse au brondissoir, aux points de contact de deux soulevantes successives, des étoupes goudronnées; enfin on descend le piston et sa tige, et l'on accroche celle-ci à l'un des pieds de fer de la maîtresse tige.

Tant que ce premier jeu de pompe fonctionne, il faut marcher à jeu suspendu, car l'aspirant s'enfoncerait dans le terrain de manière à boucher hermétiquement les narines, et la pompe ne donnerait pas.

Dès que la bâche est établie, on y descend un jeu de sept pouces et un de quinze : ici les aspi-

rants ne portent pas de tampon en fonte, mais ils reposent sur des croix en bois posées sur le plancher de la bâche; les centres de ces croix doivent se trouver à l'aplomb des pieds de fer du jour. La descente de ces jeux se fait comme nous venons de l'exposer; on les maintient par des bois d'entrefents, et des guidons cloués d'une part, aux bois d'entrefents, et l'autre au cuvelage. Dès que les jeux de pompes de la bâche sont en état de fonctionner, ou même, s'il y a peu d'eau, dès que leurs travaillantes sont mises en place, on enlève toutes les soulevantes du premier jeu, on les ajuste sur le petit jeu de pompe de la bâche, puis on établit le premier jeu en répétition, en fixant les deux vis de suspension sur le sommier porteur. On doit toujours éviter de charger la maîtresse tige toute d'un côté, car cela nuirait à la bonne marche du balancier de la machine.

Il faut toujours avoir dans la bâche un jeu de relai, et au fond plus de jeu qu'il n'en faut pour maîtriser les eaux. Cela évite des pertes de temps; en effet, lorsqu'il survient un accident aux pompes, on attelle toutes les pompes du fond, et toutes celles du jour dès que l'accident est réparé, et les eaux sont promptement battues. Une chose que l'on ne doit jamais perdre de vue, c'est qu'en avaleresse, le plus important est de les laisser monter le moins souvent et le moins de temps possible.

Les accidents les plus fréquents qui surviennent aux pompes, sont les changements de pistons et de soupapes d'aspiration. Les tiges de pistons des jeux du jour sont enlevées en deux parties au moyen de câbles d'engin et des étriers volants; comme les hommes chargés du service du jour à

la bouche de l'avaleresse et les mineurs de poste ne seraient pas assez nombreux pour arracher les pistons des jeux de quinze pouces hors de leurs travaillantes, il faut avoir soin de vider une partie des soulevantes par l'ouverture ménagée dans la soulevante du gobelet. L'enlèvement et le changement de pistons du fond ont lieu plus vite qu'au jour, car on peut enlever les tiges sans les désassembler. Près les chapelles de tous les jeux, soit de la répétition, soit de la bâche, on doit fixer de petites boîtes renfermant pour chaque chapelle : un clapet de soupape d'aspiration, un écrou de porte, et une goupille à deux branches s'ajustant dans la clavette à tâtons des soupapes d'aspiration des jeux de quinze pouces. En outre, il faut, près de chaque porte de chapelle, une clef pour dévisser les écrous des portes. Cette disposition est surtout indispensable pour les jeux de la répétition; il faut que les mineurs trouvent de suite, et sans attendre qu'on leur envoie du jour, toutes les pièces nécessaires aux changements des clapets des soupapes d'aspiration. Ne jamais laisser noyer les chapelles des jeux de pompes de la répétition, au moment où l'on change les clapets de soupapes d'aspiration, c'est s'éviter de les remonter au moins jusqu'au niveau de la bâche; c'est donc gagner beaucoup de temps. Pour faire cette opération, il faudrait dévisser les deux écrous des vis correspondantes au jeu à remonter, décrocher son collier de suspension, atteler à ce collier les câbles de l'engin de pompes; puis quand le clapet serait changé, redescendre la pompe, battre les eaux en la maintenant avec les câbles d'engin, accrocher le collier aux tirants de suspension, puis visser les écrous et tendre les deux lignes de

tirants : or ces mouvements ne se font pas vite, surtout quand les eaux sont abondantes et qu'il s'agit d'un jeu de pompes de quinze pouces.

Lorsqu'un piston demeure dans une travaillante par suite de la fracture du pied ou de la fourche qui termine la tige en bois, on vide le jeu de pompe en ouvrant la chapelle et soulevant les clapets du piston au moyen d'une pince de fer si besoin est : puis on y fait descendre un homme de petite taille. Il descend sur un câble d'engin, accroche le piston et remonte par la même voie, en ayant soin de le guider de peur qu'il ne s'arrête à la jonction de deux soulevantes. Cette manœuvre est délicate et hardie; des ouvriers intelligents peuvent seuls l'exécuter avec succès.

Lorsque, par une cause quelconque, la machine d'épuisement se trouve arrêtée pour un long espace de temps, et que l'eau s'élève beaucoup plus haut que le tablier de la bâche, il faut dételer tous les pistons des jeux de pompes en répétition, dans ce cas, la pression d'eau sur les parties pleines des soupapes d'aspiration et des chapelles au moment de la levée des pistons et la perte de poids éprouvée par les soulevantes plongées dans l'eau pourraient être assez fortes pour soulever les jeux de pompes; ces jeux se soulèveraient à la levée des pistons et descendraient vivement à leur descente. Par suite les lignes de tirants de suspension courraient le plus grand danger. Cet accident n'est point à craindre si l'on a la précaution de dételer en temps opportun ; on attelle ensuite dès que les eaux sont battues jusqu'au niveau de la bâche. Deux surveillants (porions) sont ordinai-

rement affectés, l'un de jour, l'autre de nuit, à la conduite d'une avaleresse ; et ils suffisent surtout en donnant le fonçage à prix fait. On ne saurait exiger d'eux assez d'activité et d'intelligence : en effet, les manœuvres des pompes qui dominent toutes les autres, puisqu'il s'agit de maîtriser un ennemi infatigable, doivent être exécutées sans tâtonnement et le plus rapidement possible. C'est un des plus sûrs moyens de faire baisser le prix de revient d'une avaleresse.

Postillon. — Quelquefois, lorsqu'on est pressé de finir un picotage ou tout autre travail tendant à arrêter les eaux, et que celles-ci sont abondantes, on emploie, pour éviter de charger une soupape d'aspiration, des pistons volants d'un grand poids, que les mineurs ont appelés *postillons*.

Ils se composent :

1° D'un pied en fer terminé par une anse demi-circulaire (*Pl. V*, *fig.* 109).

2° D'une platine en fer (*Pl. V*, *fig.* 110).

3° D'un clapet en cuir fort de 0^m,01 d'épaisseur. (*Pl. V*, *fig.* 111). Il est garni de deux plaques en fer battu de 0^m,007 d'épaisseur, liées deux à deux par des rivets en cuivre à têtes rondes ;

4° Du corps de postillon en cuivre, garni d'un cuir fort de 0^m,01 d'épaisseur (*Pl. V*, *fig.* 112). Ce cuir est maintenu par un petit cercle de fer à sa partie inférieure ;

5° D'une croix en fonte (*Pl. V*, *fig.* 113) qui se pose dans le corps du postillon ; ses extrémités viennent presser le petit cercle précédent et maintiennent le cuir à sa place ;

6° D'une clavette (*Pl. V*, *fig.* 114) qui passe dans le pied du postillon ; ce pied traverse d'ailleurs toutes les pièces précédentes. Cette clavette est percée d'un trou qui reçoit une goupille ;

7° D'une masse cylindrique en plomb qui se place sous la croix en fonte (*Pl. V*, *fig.* 115).

8° D'une platine en fer battu qui s'applique sous la masse de plomb (*Pl. V*, *fig.* 116).

9° Enfin, d'une clavette semblable à la pre-première (*Pl. V*, *fig.* 114), qui traverse le pied du postillon ; ce pied traverse encore les pièces nos 7 et 8. La goupille de la deuxième clavette doit avoir ses deux branches toujours ouvertes quand le postillon fonctionne, car sans cela, ses différentes parties pourraient se désassembler, et l'on ne pourrait les sortir de la travaillante sans la remonter au jour.

Ce postillon est descendu dans la travaillante mise hors d'état de fonctionner par suite d'accident survenu à la soupape d'aspiration, au moyen du câble d'engin. Il vient s'appuyer sur le sommier fixé entre la chapelle et la travaillante. On redescend le piston et on l'attelle à la maîtresse tige, de manière qu'au point le plus bas de sa course, il ne puisse toucher l'anse du postillon. Celui-ci est retiré de la travaillante dès que l'accident survenu à la soupape d'aspiration est réparé, et par le même moyen qui a servi à l'y descendre. L'anse du postillon doit être saisie par un crochet qui puisse s'échapper aisément, dès que le câble d'engin n'est plus chargé.

Le postillon pèse 410 kilog.

(*Pl. V*, *fig.* 117.) Cette figure représente le postillon tout monté. Son poids doit être tel qu'il ne puisse danser dans la travaillante, quand bien même

l'eau serait arrivée à 2 ou 3 mètres au-dessus du gobelet en fonte. Il peut être calculé facilement dès que l'on connaît en centimètres carrés les parties pleines qui sont battues par l'eau au moment de l'aspiration. La pression en atmosphère exercée par l'eau sur ces parties est d'ailleurs connue dès que l'on se fixe un niveau à 2 ou 3 mètres au-dessus du gobelet par exemple. Si le postillon venait à danser dans sa travaillante, il pourrait briser le sommier sur lequel il s'appuie et tomber dans la chapelle; il faudrait alors remonter la travaillante et la diviser : ou bien le piston à sa descente pourrait venir battre sur l'anse, et il en résulterait la rupture du pied du piston ou celle de la tige en bois. Dans le premier cas, il pourrait se faire que l'on fût obligé de remonter la travaillante; dans le second, il faudrait enlever toutes les soulevantes supérieures au point de rupture, et faire descendre dans ces soulevantes un homme pour les accrocher au câble d'engin.

Les pompes élévatoires sont les seules que l'on doive adopter dans le fonçage des avaleresses; cela résulte de la nature même du travail. Tout le matériel des pompes, soit du fond, soit du jour, doit être établi de telle manière que l'on puisse le descendre et le remonter en toutes circonstances; cette condition indispensable ne pourrait être satisfaite en faisant usage de pompes aspirantes et foulantes dont les travaillantes et les colonnes d'ascension ne pourraient fonctionner sans être fixées solidement au cuvelage. En outre, les pompes foulantes occupent plus de place que les pompes élévatoires, et, lorsque la masse d'eau affluente est considérable, il importe avant tout de ne pas encombrer inutilement la fosse.

Des jeux de pompes à adopter en avaleresse

On a fait usage, dans ces derniers temps, de travaillantes de toutes dimensions, depuis 0^{m}.19 jusqu'à 0^{m}.486 de diamètre intérieur, c'est-à-dire depuis 7 jusqu'à 18 pouces. Les jeux de pompes de petit calibre sont faciles à manœuvrer; lorsqu'il y a peu d'eau et qu'ils peuvent la maîtriser, ils apportent en général une économie en charbon; mais si le volume d'eau affluente est un peu fort, un grand nombre de jeux de pompes de petit calibre encombre une avaleresse et ne produit pas l'effet désiré.

Dans l'incertitude, il vaût mieux employer un seul jeu de petit calibre, et d'autres d'un diamètre une fois et demi et même deux fois plus grand. Ce que l'on doit chercher en pareil cas, c'est de pouvoir enlever une grande masse d'eau au moyen de pompes présentant le moins de volume possible. On commence à substituer les soulevantes en tôle aux soulevantes en bois; elles sont plus chères, mais plus légères. Elles sont moins encombrantes, et présentent moins de fuites d'eau, lorsqu'elles sont confectionnées avec soin.

Soulevantes en tôle.—Nous en donnerons ici une description succincte.

Chacune d'elles porte à sa partie supérieure un double cercle en tôle forte (*Pl. V, fig.* 118), lié à la soulevante par des rivets; il en résulte entre celle-ci et le deuxième cercle un vide que l'on remplit d'étoupe goudronnée. Sous ce double cercle sont fixées à la soulevante et par des rivets, trois oreilles en fonte destinées à recevoir des boulons. La partie inférieure de chaque soulevante porte un cercle maintenu par des rivets; au-dessus de ce cercle sont fixées trois oreilles en fonte traversées par des boulons.

En jetant un coup d'œil sur la figure, on comprendra de suite comment on peut opérer la jonction hermétique de deux soulevantes, malgré une forte pression d'eau.

Toutes ces soulevantes sont construites de même; la dernière seule, celle qui termine le jeu, porte un dégorgeoir (*Pl. V, fig.* 119), et afin que l'on puisse la tourner à volonté, pour conduire l'eau suivant les besoins, les trois oreilles fixées à sa base sont liées à un cercle fort sur la soulevante.

Pour adapter ces soulevantes sur le gobelet en fonte que nous avons décrit plus haut, il suffirait de fixer sur le bourrelet qui le termine un double cercle, comme à la tête de chaque soulevante en tôle; puis, sous ce bourrelet, trois oreilles en fonte se raccordant avec les trois oreilles de la première soulevante. En établissant la bâche à 32^m, une épaisseur de $0^m,005$ est suffisante.

Les aspirants, chapelles, soupapes d'aspiration pour gros et petits jeux, les travaillantes, gobelets, pistons, postillons, les soulevantes en tôle, la presse hydraulique, les vis de suspension, dont nous donnons les dessins, ont été exécutés dans les ateliers de M. Hallette d'Arras, ingénieur-mécanicien. Une fois réglés et connus des mineurs, ils ont fonctionné avec beaucoup de régularité et précision.

Machine d'épuisement.

Nous terminerons ce qui est relatif à l'épuisement par quelques mots sur les machines à employer en avaleresse. Si l'on pouvait savoir à l'avance quel sera le volume d'eau maximum que l'on aura à enlever, et la profondeur à laquelle cette eau affluera, on connaîtrait la puissance de la machine à employer. Mais ce volume d'eau et

cette profondeur sont très-variables; une première avaleresse sera passée facilement au moyen d'un jeu de pompes de petit calibre, et une seconde, située à quelques centaines de mètres de la première, exigera un déploiement de force considérable. Dans l'incertitude, une compagnie bien organisée et dont les travaux sont développés, doit avoir une machine d'épuisement spéciale et de grande puissance pour le fonçage des avaleresses. Quel que soit le système adopté, elle doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° Être promptement montée et démontée, et avec le moins de frais possible.

2° Fonctionner régulièrement et sans arrêt; prendre, sous la main du machiniste, toutes les vitesses exigées par le travail du fond.

3° Laisser libre la bouche de l'avaleresse, et ne gêner en aucune manière les manœuvres des pompes.

4° Consommer le moins de houille possible.

Nous avons vu fonctionner une machine de 90 chevaux, système de Cornwall, à simple effet, moyenne pression, détente et condensation, sortant des ateliers de M. Hallette d'Arras; elle satisfait complétement aux trois dernières conditions. Cette machine, montée sur charpente, n'exige plus autant de maçonnerie, et peut être établie, bâtiment et machine, dans l'espace de deux mois et demi.

Les anciennes compagnies houillères du nord de la France et de la Belgique font encore usage de machines atmosphériques, dites de Newcomen; elles satisfont aux trois premières conditions, mais point à la dernière. Leur consommation en char-

bon est beaucoup trop considérable et doit suffire pour les faire rejeter.

Nous donnerons ici le prix de vente des principales pièces composant le matériel d'épuisement : Prix de vente.

1° Les aspirants et gobelets ajustés et percés aux brides, le kil. 60 c.

2° Les chapelles avec portes ajustées sur la machine à planer, le cône de réception des soupapes d'aspiration, et alésées, leurs boulons d'assemblage, le kil. 1 fr.

3° Travaillantes en fonte de toutes longueurs et de tout diamètre, bien alésées, le kil. 4 fr.

4° Les pistons et les soupapes d'aspiration en cuivre, tout ajustés, le kil. 5 fr.

5° Les fourches de pistons, platines d'assemblage pour les tiges, et leurs boutons, le kil. 1 fr. 25 c.

6° Soulevantes en tôle pour jeu de quinze pouces, le mètre courant, 95 fr. ; ce qui revient à, le kil., 1 fr. 25 c.

7° Les vis de suspension, leurs écrous, coupés à la machine, le kil. 2 fr.

8° Colliers, tirants de suspension, le kil. 90 c.

9° Machine de Cornwall pour épuisement, garantie consommer moins de 2 kil. de charbon par heure, et force de cheval, 900 fr. par force de cheval. L'unité dynamique étant 75 kil. élevés à 1^{m} dans une seconde.

Au moyen de ces données, des notes répandues dans ce mémoire, et des dessins qui lui sont annexés, il sera facile d'évaluer le prix de revient d'un matériel d'avalement devant satisfaire à des conditions établies à l'avance.

TROISIÈME PARTIE.

ENLÈVEMENT DES DÉBLAIS.

Du moteur à employer.

Le moteur affecté à l'enlèvement des déblais en avaleresse doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° Obéir de suite et avec précision à la voix des mineurs ; les manœuvres des pompes l'exigent.

2° Ne pas être assez puissant pour briser le câble ou les chaînes qui portent les tonnes dans le cas où elles viendraient à accrocher dans leur trajet du fond de l'avaleresse au jour.

Être le moins coûteux possible.

Une machine à vapeur de petite force satisferait à la dernière condition, mais non complétement aux deux premières : le machiniste ne pourrait arrêter subitement la tonne, et passer subitement d'une grande à une petite vitesse. En un mot, une machine à vapeur ne se prêterait pas avec assez de souplesse à toutes les manœuvres exigées par le fonçage. Un treuil mu à bras d'hommes satisferait complétement aux deux premières conditions, mais il serait beaucoup trop coûteux.

Un manége à cheval, exécuté comme celui dont nous allons donner la description, présente à la fois économie, force et souplesse ; il réunit donc les avantages de la machine et du treuil à bras.

Manége à cheval.

Ce manége est extrêmement simple, il se compose de quatre parties distinctes :

1° Le tréteau des molettes ;

2° Le tambour sur lequel s'enroulent les câbles ;

3° La penderie qui supporte les câbles;

4° L'enceinte.

Traiteau des molettes. — Il est formé de deux montants verticaux (*Pl. VI, fig.* 120), reliés entre eux par un chapeau et une traverse horizontale. Les deux montants sont fixés par deux liens à deux sommiers faisant partie de la croisure placée à la bouche de l'avaleresse. Quatre traverses verticales, servant à supporter les molettes, et deux liens, réunissent le chapeau et la traverse horizontale. Les molettes sont en fonte; leur gorge doit avoir 0m.08 à 0m.09 de largeur; elles sont traversées par un boulon de 0m.05 de diamètre.

Un sommier dont la section a la forme d'un trapèze est disposé à la bouche de l'avaleresse, entre les deux montants verticaux, pour recevoir la tonne et faciliter son renversement par le receveur. Un plancher, présentant une légère inclination, part du sommier; c'est sur ce plancher que le receveur et le brouetteur vident la tonne. L'eau s'écoule par une grille verticale fixée au pied du plancher, dans un aqueduc en briques ou en planches; cet aqueduc reçoit aussi l'eau élevée par les pompes. Comme il peut se boucher à la longue, il faut lui donner d'assez grandes dimensions pour qu'un enfant de dix à douze ans puisse y pénétrer et le nettoyer. Toutes les pièces du tréteau sont assemblées à tenons et mortaises, et avec des chevilles en fer.

Tambour.—Un arbre vertical (*Pl. VI, fig.* 121, 122) en partie carré, est armé, à chaque extrémité, d'un pivot et de deux cercles de fer. Il porte deux bras de manége liés entre eux par des boulons; chaque bras est supporté par un lien qui s'appuie sur l'arbre. A quelque distance au-dessus des bras,

se trouve le tambour. Il se compose de trois couronnes dont une à chaque extrémité, et la troisième au milieu du tambour. Chaque couronne est formée de secteurs assemblés à mi-bois et reliés à l'arbre au moyen de traverses et goussets, ainsi que le représente le dessin. Sur ces couronnes sont fixées des douves, au moyen de clous à têtes perdues; on laisse ordinairement une ligne de jeu entre deux douves voisines. A la couronne inférieure, on adapte une couronne mince et saillante au-dessus des douves; elle est destinée à recevoir le câble si par hasard il venait à glisser sur le tambour.

Le pivot inférieur de l'arbre du manége joue dans une crapaudine implantée dans un pied de chêne. En avant de ce pivot, c'est-à-dire entre lui et l'avaleresse, on cloue sur le pied de chêne un patin en bois qui est destiné à arrêter le pivot et à l'empêcher de sortir de sa crapaudine, si par hasard la charge sur le câble augmentait au point de soulever l'arbre. Le pivot supérieur s'appuie contre un coussinet en fonte implanté dans une traverse horizontale; une pièce de bois ou de fer boulonnée sur cette traverse, maintient le pivot appliqué contre le coussinet.

Chacune de ces extrémités de la traverse horizontale est liée par deux boulons à une ferme qui vient prendre ses points d'appui sur deux tréteaux placés aux extrémités du plus grand diamètre du manége. Un sommier s'appuie d'une part sur la traverse horizontale, et de l'autre sur le chapeau du tréteau des molettes. Chacune des extrémités de ce sommier est liée à la pièce qui la supporte par un boulon : il porte un faîte armé de jambes de force, qui vient appuyer contre le sommet du

ferme, et par suite fixe le coussinet du pivot supérieur.

Chaque bras de levier porte une tête de manége (*Pl. VI, fig.* 123). C'est une pièce de bois qui présente une ouverture rectangulaire de mêmes dimensions que le bras du levier : elle peut glisser sur ce bras, et par suite augmenter ou diminuer la vitesse des tonnes. Sa partie supérieure est armée d'une barre de fer plat traversée par des boulons.

La partie inférieure est arrondie, elle reçoit un boulon de $0^m,03$ de diamètre, percé d'un trou de $0^m,01$. Une cheville de fer qui traverse le bois et le boulon sert à fixer celui-ci. Un cercle de fer maintient le bois et l'empêche d'être fendu par le boulon lorsque le manége fonctionne. Chaque tête de manége est fixée à son bras de levier au moyen d'un coin plat en bois ou en fer que l'on chasse entre ces deux pièces. A chaque tête de manége vient s'adapter un brancard (*Pl. V, fig.* 124, 125, 126). Il se compose de deux longrines réunies par deux traverses; l'assemblage est armé avec du fer plat comme le représente le dessin. La première traverse reçoit en son milieu un boulon terminé par une partie circulaire percée d'un trou de $0^m,02$ de diamètre; une pièce de fer percée dans sa partie moyenne d'un trou de $0^m,03$ est terminée d'un côté par une partie coudée, de l'autre par deux parties circulaires percées chacune d'un trou de $0^m,02$ de diamètre. Cette pièce de fer se réunit au boulon de la première traverse au moyen d'un boulon et d'un écrou; une petite cheville placée derrière l'écrou le fixe et s'oppose ainsi à la chute du brancard. Pour lier le brancard à la tête de manége, on passe le boulon de celle-ci

dans le trou de $0^m,03$, ménagé dans la pièce de fer existant entre les deux traverses, puis on replace la cheville de retenue.

La deuxième traverse (*Pl. VI*, *fig.* 127) porte un étrier qui reçoit la tête d'une servante; c'est un piquet en bois, ferré à la partie inférieure, et armé d'un étrier à la partie supérieure. Voici son usage : quand il y a deux ou trois hommes sur la tonne, travaillant soit au cuvelage soit aux pompes, il importe que le manége soit arrêté d'une manière absolue. On y parvient en tournant le brancard convenablement (il est inutile de dire que le cheval tourne en dedans), montant la tonne à la hauteur voulue, et baissant la servante; son pied pénètre dans le sol du manége et fixe le brancard : le cheval se trouve alors déchargé.

On voit qu'au moyen de ce brancard on peut se dispenser d'un frein, autant du moins que la charge du câble ne dépasse pas certaines limites, avancer ou reculer aussi vite ou aussi lentement que le travail du fond l'exige, et s'arrêter brusquement. Or ces conditions sont indispensables en avaleresse.

Penderie. (*Pl. VI*, *fig*. 128.) Elle se compose de deux traverses horizontales reliées par deux systèmes de montants verticaux. La traverse supérieure est fixée au sommier du manége par un boulon; ses extrémités sont clouées aux deux combles voisins. La traverse inférieure est maintenue par deux jambes de force partant de ses extrémités et allant aboutir à deux des combles. Chaque montant porte une rainure rectangulaire de $0^m,03$ de profondeur; dans chaque système de montants, ces rainures sont tournées l'une vers l'autre, elles reçoivent les

tourillons de deux rouleaux en bois destinés à supporter les câbles qui, sans cela, s'échapperaient des molettes lorsqu'on viderait les tonnes. Chaque rouleau est supporté par un étrier en fer qui lui-même est tiré par une cordelette passant sur deux petites poulies fixées sur la traverse supérieure. A chaque cordelette pend un poids variable suivant la profondeur du puits.

La penderie est disposée de manière que les axes des rouleaux porteurs soient à angle droit sur la direction des câbles. On peut marcher à volonté à rouleaux fixes ou à rouleaux mobiles. Le but que l'on doit chercher à atteindre, c'est de ne jamais laisser monter un tour de câble sur le tour situé au-dessus. Ce petit manége ne devant fonctionner que pendant la traversée des niveaux, la penderie que l'on vient de décrire suffit pour la conduite des câbles; elle ne remplirait plus son but si l'on devait enlever les déblais d'une profondeur plus grande que 60 à 70^{m}. Dans ce cas, les rouleaux devraient être commandés par l'axe supérieur du tambour; leur mouvement serait tel qu'ils monteraient ou descendraient ensemble d'une même quantité, égale au diamètre du câble, pour chaque tour du tambour. Ce système constitue des guillotines; il est indispensable lorsque le manége doit fonctionner sur un puits de 100 à 200^{m} et plus.

Enceinte.—Pour fermer ce manége, on plante dans le sol, et de mètre en mètre, des perches de 0^{m},12 à 0^{m},15 de diamètre; on les relie deux à deux par des traverses horizontales et inclinées en sens divers. Les traverses horizontales supportent les extrémités des combles qui s'appuient, d'autre part, sur le faîte du manége. Celui-ci peut être

couvert en chaume; le muraillement peut être fait très-économiquement en paillotis : c'est de la terre un peu argileuse, battue et pétrie avec du foin. On en forme des mottes que l'on empile les unes sur les autres.

Le manége est desservi par deux chevaux qui se relèvent toutes les six heures; ainsi le travail effectif de chaque cheval est de 12 heures par jour.

Main-d'œuvre du jour. — Les dépenses journalières, nécessitées par le service du jour à la bouche de l'avaleresse, se composent ainsi qu'il suit :

1° Deux receveurs de tonnes à 1 fr. 50 c.	3 fr.	» c.
2° Deux brouetteurs, à 1 fr. 25 c.	2	50
3° Deux conducteurs de chevaux, à 1 fr. 25 c.	2	50
4° Deux chevaux, qui coûtent chacun 3 fr., tout compris (nourriture et entretien).	6	»
Total.	14 fr.	» c.

Admettons que l'exécution des 60^{m} d'avaleresse exige cinq mois; la dépense totale, nécessitée par l'enlèvement des déblais, sera de 2.100 fr.

Devis du manége. Le devis du manége se compose des éléments suivants :

	f. c.
1° *L'achat du bois.* — Ce manége renferme 5 849 mètres cubes de bois blanc; en admettant, comme nous l'avons fait au commencement de ce mémoire, qu'il faut 1,76 mètre cube brut, pour donner un mètre cube équarri, le chiffre 5.849 correspondra à 10,294 mètres cubes bruts ou bien 46,8 chevirons, à 9 fr. l'un, c'est.	422,20

A reporter. .	422,20
2° *Sciage*. — A 7$^{f.}$,50 le mètre cube équarri, il coûtera.	33,86
3° *Main-d'œuvre de charpentiers*. — Pour faire ce manége, il faudra environ 25 journées de charpentier, à 2 fr. l'une, ci.	50,00
4° *Achat de perches*. — L'enceinte et le comblage exigeront 100 perches à 0$^{f.}$,35 l'une, ci.	35,00
5° *Achat de paille*. — Pour couvrir ce manége, il faudra environ 700 bottes de paille de seigle, à 0$^{f.}$,12 l'une, c'est.	84,00
6° *Paillotis* — Elle comprend 837 mètres carrés, à 0$^{f.}$,50 l'un, tout compris, ci.	41,85
7° *Fonte*. — Il comprend les deux molettes, la crapaudine et le coussinet des pivots du manége; elle pèse 96 kilogr., à 0$^{f.}$,40 l'un, ci.	30,40
8° *Câbles*. — Pour miner l'avaleresse à 60 mètres, il faudra un câble goudronné de 0^{m},04 à 0^{m},05 de diamètre et 110 mètres de longueur; ce câble pèsera 1$^{k.}$,71 le mètre courant, à 1$^{f.}$,40 le kilogr., ce sera.	263,34
9° *Fer ouvré*. — Il se compose des boulons, chevilles, fers plats..... qui lient entre elles les différentes pièces du manége; il pèse 110 kilogr. environ; à 0$^{f.}$,90 le kilogramme, ce sera.	99,00
Total.	1.076,65
Faux frais.	23,35
Prix de revient. . .	1.100,00

Nous terminerons ici ce qui est relatif à l'enlèvement des déblais.

Dans un prochain numéro, nous conduirons

l'avaleresse passée à l'état de fosse, depuis le premier banc d'argile bleue où finissent les niveaux, jusqu'à la mise en exploitation.

RECHERCHES

Sur la composition des gaz qui se dégagent des foyers d'affinerie;

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

La transformation de la fonte en fer, dans les foyers d'affinerie alimentés avec du charbon de bois, par la méthode dite comtoise, s'effectue en France sur une grande échelle, et la valeur du fer en grosses barres qu'elle livre à la consommation est à peu près égale à celle des produits fournis par toutes les autres méthodes d'affinage réunies. Le prix élevé du combustible qu'on emploie dans ce procédé a fait déjà restreindre beaucoup son application, mais on n'est pas parvenu jusqu'ici à le remplacer avantageusement pour la fabrication des fers de qualité supérieure. L'autre cause qui a contribué à le maintenir, consiste dans l'emploi, aujourd'hui tout à fait pratique, des chaleurs perdues des feux d'affinerie pour les diverses élaborations du fer en barres.

Les expériences dont il sera question dans ce travail avaient un double but : j'ai cherché à éclaircir, au moyen des résultats de l'analyse des gaz produits en différents points du feu et dans les diverses périodes du travail, plusieurs points encore indécis sur la théorie de l'affinage de la fonte ; en second lieu, j'ai tâché de reconnaître si la composition des gaz combustibles dégagés du foyer d'affinerie pouvait permettre d'étendre leur emploi à de nouveaux et plus importants usages.

Ces expériences ont été entreprises aux forges d'Audincourt (Doubs), où j'ai trouvé les plus

grandes facilités pour les mener à bonne fin. Leur exécution faisait partie de la mission qui m'avait été confiée en 1838, par M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics, et dont les premiers résultats, relatifs à l'analyse des gaz des hauts-fourneaux, ont été déjà publiés dans les Annales des mines (*).

L'affinage de la fonte par la méthode comtoise s'opère, comme on sait, dans un creuset prismatique, de forme rectangulaire, qui reçoit un courant d'air forcé par une ou deux tuyères placées sur l'une de ses faces. Les parois et le fond de ce creuset sont formés par des plaques de fonte, dont chacune porte un nom particulier.

La *varme* est la paroi qui porte les tuyères;

Le *contrevent* est la face opposée;

La *haire* est la face qui forme la partie postérieure du feu, et on donne le nom de *chio* à la paroi antérieure, qui est celle par où l'ouvrier fait écouler les scories et la seule exposée au contact de l'air.

Les dimensions du foyer comtois, la hauteur des tuyères au-dessus du fond et leur inclinaison varient légèrement suivant la nature des fontes à traiter, et aussi suivant les habitudes particulières de chaque affineur. La disposition générale des feux et les dimensions ordinaires de ceux de l'usine d'Audincourt ont été décrites récemment, avec beaucoup de soin et de détails, par M. Thirria (**), qui a comparé ce mode d'affinage avec ceux analogues employés en Champagne et en Bourgogne. Je me contenterai d'indiquer ici quelques-unes de ces dimensions que j'ai prises moi-

(*) Tome XVI, p. 545, et tome XX, p. 359, 3e série.
(**) *Annales des mines*, 3e série, tome XVIII, p. 217.

même sur un des feux d'Audincourt, et que je crois utiles à connaître pour l'intelligence de ce qui va suivre.

		mèt.	
Longueur du creuset de la haire au chio. . .		0,70	
Largeur au fond (de la varme au contrevent).		0,53	
Distance de la haire au centre de la 1re tuyère.		0,228	0,70
— entre les deux tuyères.		0,090	
— de la 2e tuyère au chio.		0,382	
Saillie des tuyères en avant de la varme	La première.	0,111	
	La deuxième	0,097	
Hauteur du museau des tuyères au-dessus du fond.	La première.	0,215	
	La deuxième.	0,228	

L'œil des tuyères a la forme d'un rectangle surmonté d'un demi-cercle ($0^m,028$ de base sur 0,018 de hauteur). L'orifice des buses est un cercle de $0^m,025$ de diamètre.

Inclinaison de la tuyère d'avant.	8° 1/3	(d'après M. Thirria.)
— d'arrière.	10°	

La pression du vent à la sortie de la buse varie entre 4 et 5 centimètres de mercure. Quelques-uns des feux d'Audincourt sont soufflés au vent chaud, mais on s'arrange pour que la température ne dépasse pas 60 ou 80° C. (*). L'économie

(*) La formule $q = 289\, d^2 \sqrt{\frac{h(1+0,0037t)}{b+h}}$ donne, en y substituant $d=0^m,025$, $h=0^m,040$, $b=0^m,735$, $t=60°$: $q=0^{mc.},0453$ par seconde, et pour les 2 buses, $0^{mc.},0906$ à la température de 60°, et sous la pression $b+h=0^m,775$.

Volume de l'air ramené à 0° et à la pression de $0^m,760$. . . . . $0^{mc.},0757$

Par minute. . $4^{mc.},542$

Et en poids. . $5^k,905$

En comparant le volume du vent lancé par les buses à la surface des orifices par où il s'écoule, on trouve que sa vitesse serait d'environ 100 mètres par seconde.

de combustible résultant de l'emploi de l'air chaud varie à peu près proportionnellement à sa température, mais on a reconnu qu'au delà de 100°, la qualité des fers s'altérait très-notablement. On continue même à employer le vent froid dans tous les feux où l'on fabrique les fers de première qualité d'Audincourt.

La plaque de fond penche de l'arrière à l'avant de $0^m,020$, sur toute la longueur du feu, et de $0^m,016$ de la varme au contrevent.

Le contrevent s'incline légèrement du dedans au dehors du feu ($\frac{1}{5}$). La varme penche, au contraire, d'une petite quantité du dehors en dedans ($\frac{1}{100}$).

Le feu d'affinerie est recouvert d'une voûte qui permet de conduire la flamme et les gaz combustibles sortant du feu dans des fours où leur chaleur est utilisée pour divers usages. A Audincourt on l'emploie principalement pour le réchauffage des barreaux destinés à la fabrication des fers marchands de divers échantillons, pour la fabrication de la tôle, pour le recuit des fils de fer, etc.

Les *fig.* 1, 2, 3, *Pl. VII*, représentent la disposition d'un four chauffé par la chaleur perdue d'un feu de forge à Audincourt. Ce four sert au réchauffage des barreaux pour la fabrication des petits fers marchands.

Avant de présenter le résultat des analyses faites sur les gaz pris en divers points du feu, et dans les différentes périodes du travail, j'indiquerai ici la marche et les principales circonstances de l'affinage, en renvoyant, pour plus de détails, au mémoire de M. Thirria.

Quand la loupe est sortie du feu, les tuyères se

trouvent à découvert, et le foyer ne renferme plus que du menu charbon, et en petite quantité. L'ouvrier fait avancer la gueuse qui se trouve toujours à une très-petite distance du contrevent, et disposée parallèlement à cette face. Il rejette sur la fonte tous les débris de fer et de scories qui restent disséminés dans le feu, et il en fera de même un peu plus tard pour tous les débris qui se détacheront de la loupe pendant le cinglage. L'extrémité de la gueuse est à peu près vis-à-vis des tuyères et à 26 ou 30 centimètres de distance de leur ouverture. On remplit le feu avec 1 rasse (1 hectolitre) de charbon frais, et l'on donne le vent.

Forgeage du fer.

Le cinglage de la loupe et sa division en deux lopins que l'on forge successivement sous le marteau durent environ un quart d'heure. On rapporte au feu les deux lopins pour les souder et les étirer. Celui qui doit être forgé le premier est placé dans la ligne milieu du foyer, vis-à-vis des tuyères, à peu près à leur niveau, et de façon à ce que sa face, tournée vers les tuyères, soit éloignée de 10 à 12 centimètres seulement de leur extrémité. Cette position correspond à la partie du feu où la température est un *maximum*. Nous verrons qu'elle correspond également à une composition nettement définie du courant gazeux dont l'origine est dans les deux faisceaux d'air projetés par les tuyères.

Le deuxième lopin est placé à peu près au-dessus des tuyères. On le met à la place du premier, lorsque celui-ci, chauffé au blanc soudant, est porté sous le marteau pour être étiré. Chaque lopin exige, comme on le sait, deux *chaudes* pour être soudé et forgé en grosses barres. La

seule partie du foyer où la température du fer puisse être portée au blanc soudant est celle dont j'ai défini plus haut la position.

Pendant cette première période de l'opération dont la durée est d'une heure ou de cinq quarts d'heure, le foyer est constamment rempli de charbon, et l'on ne donne pas la totalité du vent. Le seul travail du forgeron consiste à percer de temps en temps au chio pour faire écouler les scories pauvres, et à donner quelques légers coups de ringard à l'extrémité de la gueuse pour détacher la fonte qui perd toute consistance et s'égrène facilement à une température voisine de celle de sa fusion. Quand la proportion du métal au fond du creuset est suffisante pour former la pièce, on recule la gueuse un peu en dehors du feu, mais de façon à ce qu'elle reste chauffée au rouge pour l'opération suivante.

Pendant toute la durée du forgeage, la fonte repose sur les scories riches appelées *sornes*, provenant de l'opération précédente et qui s'étaient coagulées sur le fond pendant l'interruption du travail. La présence de la sorne empêche la fonte de s'attacher à la plaque du fond. Dans une bonne conduite du travail, la fonte doit être dans un état pâteux, sous forme de grumeaux à demi-coagulés et qui offrent un peu de résistance au ringard autour duquel ils s'attachent en donnant un métal très-blanc, rayonné. L'affinage de la fonte dans cet état est beaucoup plus prompt que quand elle est tout à fait liquide. Si la fonte reste longtemps liquide sur le fond, ce qui arrive quand elle a fondu trop vite au contrevent, ou quand elle est très-noire, les ouvriers disent que la fonte est *changée*, et l'affinage se trouve très-notablement retardé.

Désornage.

La deuxième période de l'affinage, ou le travail proprement dit, commence par le *désornage*, c'est-à-dire par l'enlèvement de la croûte de scories riches qui recouvre le fond du creuset. Cette opération s'exécute en soulevant à la fois le gâteau de fonte et la sorne, enlevant celle-ci, et exposant le métal pâteux à l'action directe du vent de la tuyère. On doit le considérer comme une sorte d'éponge métallique imprégnée de scories. Ce mélange s'affaisse de nouveau sous l'action du vent, et descend au-dessous du niveau des tuyères. A ce moment, et pour accélérer l'affinage, l'ouvrier ajoute à son feu environ 15 kilogrammes de rognures de tôle, de débris de ferraille, qui se ramollissent et s'affaissent sous l'action du vent. Cette addition du fer n'a pas lieu, comme on le sait, dans toutes les usines. Elle rend le fer meilleur, l'affinage plus rapide, mais sans être indispensable à la réussite de l'opération.

Travail de la pièce.

A ce moment, la masse ferreuse repose sur le fond, à demi plongée dans un bain de scories riches. L'ouvrier en soulève légèrement les différentes parties, de façon à faire circuler l'air tout à l'entour de la pièce. La couleur et l'aspect du laitier que le forgeron retire au bout de son ringard lui indiquent que le fer est affiné. Il plonge alors son ringard dans la masse de fer et il l'en retire entouré d'un dé de fer appelé *sifflet*, qu'il détache pour le rejeter sur la masse. Après avoir tiré deux ou trois *sifflets* et s'être ainsi assuré que l'affinage est complet, l'ouvrier *avale*, c'est-à-dire qu'il rejette avec la pelle, sur le museau des tuyères, toutes les parties de fer qui se trouvent disséminées dans le feu au milieu du charbon, et qui viennent se souder à la masse de la loupe. Celle-ci

s'élève alors du fond du creuset jusqu'aux niveau des tuyères. Quand on la retire du feu, on peut y remarquer deux trous creusés assez profondément dans la masse ferreuse par les deux faisceaux d'air. A la fin de l'affinage, tout le vent est lancé dans une petite cavité qu'il a creusée au milieu du fer. La température est extrêmement élevée dans cet espace et tous les débris ferreux mêlés au menu charbon qu'on y rejette, fondent et se réunissent au reste de la masse. On refroidit alors le museau des tuyères avec des battitures mouillées(*), on arrête le vent et l'on retire la loupe du feu.

Dans cette deuxième période de l'affinage qui dure 25 à 30 minutes depuis le commencement du désornage, on ajoute au feu très-peu de charbon, tout au plus 1/12 de la quantité totale consommée dans l'opération. Dans cet intervalle de temps, on brûle le menu charbon qui remplit le feu au moment du désornage. En se transformant en fer, la fonte augmente beaucoup de volume, et l'éponge ferreuse qui forme la loupe remplit toute la capacité du creuset.

L'affinage dure ordinairement 1 heure 3/4, et fournit 80 kilogrammes de fer forgé en grosses barres. Le tableau suivant réprésente le roulement des six feux de forges d'Audincourt pendant les deux mois de septembre et d'octobre 1842.

(*) Si on ne prenait pas cette précaution, les tuyères qui sont en cuivre fondraient aussitôt qu'on arrêterait le vent.

Roulement des six feux de forges d'Audincourt.

DATES.	CONSOMMATIONS.				FER produit.	MISE AU MILLIER.	
	Charbon.	Fonte.	Rognures et ferraille.	Total.		Fonte.	Charbon.
	hect.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	hectol.
Septembre 1842.	7.777	156.651	34.390	191.041	139.009	1.374	55,94
Octobre 1842 .	7.192	146.949	30.080	177.029	128.510	1.377	55,96

On consomme donc à peu près 56 hectolitres de charbon (129 kil.) pour 100 de fer en barres. Cette consommation en charbon est très-faible, mais il est à remarquer que la consommation en fonte et ferraille est un peu plus considérable que celle ordinaire (1330 à 1350). La ferraille et les rognures éprouvent à peu près le même déchet que la fonte pour se transformer en fer forgé dans les feux d'affinerie.

Après cette description de l'affinage, j'arrive à l'examen des gaz qui se produisent dans le foyer.

La détermination de la composition des gaz qui circulent dans les différentes régions du feu, offre de plus grandes difficultés et présente bien plus d'incertitude que celle des gaz du haut-fourneau. La grandeur des dimensions de celui-ci permet de reconnaître et de classer nettement les réactions qui s'opèrent dans chacune de ses parties. Les changements de composition du courant gazeux qui s'élève dans le fourneau par tranches parallèles se déduisent facilement de l'analyse des gaz pris à des hauteurs déterminées au-dessus de la tuyère : mais on conçoit facilement qu'il ne peut pas en être de même dans un foyer d'affinerie. Parmi les molécules d'air projetées avec une vitesse de 100 mètres par seconde, les unes suivent leur direction initiale jusqu'au contrevent, tandis

que d'autres vont s'échapper en divergeant de tous les points du feu. Toutes n'éprouvent donc pas les mêmes modifications chimiques.

La composition *moyenne* du gaz qui sort du foyer d'affinerie paraît aussi, *a priori*, devoir être très-variable aux différentes époques de l'opération. Ainsi, au commencement de l'affinage, les tuyères sont recouvertes de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur de charbon frais. Pendant le travail de la pièce, tout le charbon est en menu, et son épaisseur au-dessus des tuyères ne dépasse pas $0^m,10$. On verra effectivement que ces deux circonstances font varier considérablement la composition du gaz pendant la durée de l'affinage.

Pour avoir du gaz provenant d'une partie déterminée du feu d'affinerie, j'employais un canon de fusil muni intérieurement d'un tube de porcelaine, et préparé comme je l'ai indiqué dans mon travail sur les gaz des hauts-fourneaux (page 390). On introduisait cet appareil dans le foyer, de façon à ce que son extrémité se trouvât dans une position déterminée. Dans l'autre bout du canon de fusil on faisait plonger le tube qui communiquait avec le flacon aspirateur destiné à recueillir le gaz. Les procédés que j'ai suivis pour le transvasement et l'analyse des gaz ne diffèrent pas notablement de ceux que j'ai décrits avec détail dans mon précédent mémoire (pag. 360) (*).

(*) J'ai seulement modifié, de la manière suivante, la méthode que j'avais suivie pour recueillir le gaz dans le flacon aspirateur. Le flacon A (pl. VII, fig. 4), dans lequel arrive le gaz à analyser, porte un robinet à trois branches *m*, *n*, *o*, qui s'ajuste au tube en verre traversant le bouchon par un tube en caoutchouc, et on maintient celui-ci dans une position verticale en l'entourant d'une feuille métallique.

Dans toutes mes analyses, j'ai dosé l'azote par différence. Son dosage direct a été effectué dans chaque expérience en suivant le procédé décrit (page 370), et le nombre obtenu a servi de vérification à l'analyse. J'indique ce résultat à la suite des données de chaque expérience.

1° *Gaz aspirés pendant le forgeage du fer.* (*Première période de l'affinage.*)

Les trois expériences qui suivent ont eu pour but de reconnaître la composition du gaz pris dans la partie du foyer où l'on place le fer à souder ; elles ont donné les résultats suivants(*) :

	(1)	(2)	(3)
Acide carbonique. .	15,73	13,51	7,70
Oxyde de carbone. .	8,06	12,44	20,31
Hydrogène.	0,70	0,90	0,37
Azote.	75,51	73,15	71,62
	100,00	100,00	100,00

L'extrémité *n* communique par un tuyau de caoutchouc *np* avec un flacon aspirateur B semblable au premier ; *m* s'ajuste à un tube en plomb qui va plonger dans le courant de gaz sortant du canon de fusil. Le flacon A est exactement rempli d'eau et d'huile ; B est rempli d'eau. On place chacun d'eux dans un seau qui contient assez d'eau pour baigner la tubulure inférieure que l'on débouche. Quand le tube en fer et le tube de plomb sont mis en place, on ouvre les robinets *m*, *n*. Le flacon B se remplit, et l'air des tubes se trouve remplacé par des gaz du feu. On ferme alors *n*, et on ouvre le robinet *o*, au moyen duquel on remplit l'aspirateur A.

L'extrémité du canon de fusil restait ouverte toutes les fois que le gaz en sortait librement. Dans le cas contraire, on y adaptait un bouchon fermant bien et traversé par le tube en plomb. Le flacon B sert alors à enlever à la fois l'air contenu dans le canon de fusil et celui qui remplissait le tube en plomb.

(*) Voici les données de ces expériences :

(1). Le canon de fusil est enfoncé dans le feu de façon à ce que son extrémité se trouve à peu près vis-à-vis des tuyères et en contact avec la face du lopin tournée vers le vent. — Le gaz est pris quelques instants après l'introduction du lopin dans le feu. Le tube de fer est chauffé au blanc et brûle à l'air quand on le retire; l'aspiration n'a duré que deux minutes.

(2). Gaz pris dans la même position que le précédent. Le canon de fusil longe la face du lopin exposée au vent, mais il est enfoncé à une profondeur un peu moindre que dans l'expérience n° 1. Le tube est chauffé au blanc quand on le retire.

(3). Gaz pris entre les deux lopins, à peu près à la hauteur de leur face supérieure et vis-à-vis des tuyères. Le tube de fer est chauffé au blanc, mais il ne donne pas d'étincelles à l'air comme dans les deux expériences précédentes. Il a séjourné dans le feu pendant trois minutes.

L'aspiration des gaz, dans cette partie du foyer où la température est évidemment la plus élevée, ne m'a paru possible que pendant le commencement du chauffage des lopins. Lorsqu'il y a déjà

		(1)	(2)	(3)
Gaz		1565cc.	1505cc.	1505cc.
Baromètre		0m,736	0m,732	0m,736
Thermomètre		15°,5	17°	20°,4
Gaz ramené à 0° et à 0m,760		1435cc.	1360cc.	1357cc.,7
Acide carbonique		0gr.,447	0gr.,364	0gr.,207
Produits de la combustion.	Eau	0gr.,008	0gr.,010	0gr.,004
	Acide carbonique	0gr.,229	0gr.,335	0gr.,546
	Oxygène absorbé	»	0gr.,126	0gr.,194
Azote dosé directement (p. 0/0)		74,9-75,6	73,9	72,9-71,5

des scories fondues dans le feu, elles sont projetées par le vent et viennent obstruer rapidement le tube aspirateur. Cette circonstance m'a fait manquer plusieurs expériences.

Dans la description que j'ai donnée plus haut de l'affinage, j'ai indiqué quelle était, dans le foyer, la position constante du fer à chauffer par rapport aux tuyères. On voit, d'après les expériences qui précèdent, que cette position correspond à une transformation déjà complète de l'oxygène de l'air en acide carbonique. Lorsqu'on s'éloigne un peu de la face inférieure du prisme quadrangulaire qui forme le lopin, tout en prenant le gaz le long de la face verticale qui fait face aux tuyères, on voit l'acide carbonique se changer progressivement en oxyde de carbone. Le maximum d'acide carbonique correspond à la position de la face inférieure du lopin, position qui paraît être aussi le lieu du maximum de température, car l'ouvrier retourne plusieurs fois sa pièce pour que chacune de ses faces y soit successivement placée.

L'emploi de deux tuyères légèrement divergentes a pour but d'augmenter la largeur de la lame d'air et l'étendue du lieu du maximum de température. Cette innovation est maintenant généralement adoptée dans les forges de Franche-Comté.

Dans les trois expériences qui suivent, on a analysé des gaz aspirés dans le voisinage de la fonte placée au contrevent. On a obtenu :

	(4)	(5)	(6)
Acide carbonique. .	1,64	1,67	6,15
Oxyde de carbone. .	29,20	27,85	24,11
Hydrogène.	1,92	2,44	1,30
Azote.	67,24	68,04	68,44
	100,00	100,00	100,00

(4). (*) La prise de gaz a lieu au moment où l'on rapporte au feu le premier lopin provenant de l'étirage de la loupe, douze minutes après que l'on a rendu le vent au foyer. Le canon de fusil touche la gueuse le long de la face tournée vers le vent.

(5). Pris comme le précédent le long de la gueuse, à sa partie inférieure, du côté des tuyères; on vient de rapporter au feu le second lopin, seize minutes après la reprise de l'opération. — Le canon retiré du feu est chauffé au rouge cerise.

(6). La prise de gaz a lieu dix-huit minutes après qu'on a rendu le vent. Les deux lopins sont au feu et non étirés. — Le tube en fer est enfoncé le long de la face de la gueuse exposée au vent, et son extrémité se trouve à peu près vis-à-vis des tuyères. Il est chauffé au blanc naissant quand on le retire.

En cherchant à répéter ces expériences, à une époque un peu plus avancée de l'affinage, lorsque la fonte est déjà en partie fonbue dans le creuset, je n'ai pu obtenir de résultat; le tube en fer s'obstrue très-rapidement par les scories que projette le vent.

(*) Voici les données de ces analyses :

		(4)	(5)	(6)
Gaz		1500cc.	1485cc.	1565cc.
Baromètre		0,731	0m,736	0m,734
Thermomètre		19°	22°,5	17°,6
Gaz ramené à 0° et à 0m,760		1348cc.,9	1329cc.	1420cc.
Acide carbonique		0gr.,044	0gr.,044	0gr.,173
Produits de la combustion.	Eau	0gr.,021	0gr.,026	0gr.,015
	Acide carbonique	0gr.,780	0gr.,733	0gr.,681
	Oxygène absorbé	0gr.,294	»	»
Dosage direct d'azote sur 100 vol.		66,6	68,4-67,1	70,1

Une expérience faite pendant le forgeage de la loupe, en prenant le gaz dans le foyer à la hauteur et vis-à-vis des tuyères et à $0^m,10$ environ de distance de la gueuse m'a donné (*) :

	(7)
Acide carbonique. . .	8,56
Oxyde de carbone. . .	17,83
Hydrogène.	2,66
Azote.	70,95
	100,00

Dans les expériences qui suivent, on a analysé des gaz aspirés à la surface du feu, immédiatement au-dessus des charbons. Le canon de fusil était introduit dans le foyer par un trou pratiqué dans la paroi opposée aux tuyères.

Les analyses ont donné les résultats suivants :

	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Acide carbonique. . . .	9,34	5,86	3,60	10,14	12,86
Oxyde de carbone. . .	16,68	22,76	24,76	16,06	11,88
Hydrogène.	5,53	7,46	6,01	2,34	2,51
Azote.	68,45	63,92	65,63	71,46	72,75
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(*)

Gaz.		1490cc.
Baromètre.		$0^m,735$
Thermomètre.		18°,2
Gaz ramené à 0° et à $0^m,760$. . . .		1351cc.
Acide carbonique.		0gr.,229
Produits de la combustion.	Eau.	0gr.,029
	Acide carbonique.	0gr.,447
Déterminations directes d'azote. .		72,6-71,2

(8) (9) (10). (*) Gaz pris à la surface du foyer pendant le réchauffage des deux lopins. Les tuyères sont recouvertes de 0m,30 d'épaisseur de charbon. Le gaz n° 8 est pris au milieu du feu, 15 minutes après qu'on a rendu le vent. Ceux nos 9 et 10 sont aspirés du côté du contrevent, 20 et 25 minutes après la mise en feu.

(11) (12). Gaz pris à la surface et au milieu du foyer pendant le soudage du dernier bout de barre. (11). Aspiré une heure après le commencement de l'affinage. (12). Pris une heure 10 minutes après la mise en feu.— Une grande partie du charbon est en menu, et son épaisseur au-dessus des tuyères n'est guère que de 0m,15. Le vent sort en gerbe au milieu du feu, en projetant tout à l'entour de petits fragments de charbon.

2° Gaz aspirés pendant le travail de la pièce.

Cette deuxième partie de l'affinage, qui commence par l'enlèvement de la sorne, dure ordinairement 25 à 30 minutes. Le foyer ne renferme presque que du menu charbon provenant de celui ajouté pendant le forgeage, et on n'introduit

(*) Voici les données de ces expériences :

		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Gaz		1560 cc.	1555 cc.	1540 cc.	1585 cc.	1580 cc.
Baromètre		0m,731	0m,722	0m,728	0m,730	0m,732
Thermomètre		17°,2	16°	14°	15°,5	14°,5
Gaz ramené à 0° et à 0m,760		1411 cc.	1395,4 cc.	1403 cc.	1440 cc.	1445 cc.
Acide carbonique		0,261 gr.	0,162 gr.	0,100 gr.	0,289 gr.	0,368 gr.
Produits de la combustion	Acide carbonique	0,466	0,629	0,688	0,458	0.340
	Eau	0,063	0,084	0,068	0,027	0,029
	Oxygène absorbé	0,251	0,299	0,307	0,185	0,158
Dosages directs d'azote		69,5-68,2	64,9	67,0	70,7	73,8

qu'une faible quantité de charbon frais jusqu'à la fin de l'affinage. Le vent, lancé avec toute sa vitesse, s'épanouit au milieu du feu en une gerbe brillante. Les expériences qui suivent ont été faites en introduisant l'extrémité du canon de fusil au milieu de ce faisceau d'air. Le gaz aspiré renfermant toujours une proportion notable d'oxygène libre, pour pouvoir la déterminer en même temps que celle des autres gaz, j'employais un tube à combustion contenant sur une moitié de sa longueur du cuivre métallique, et sur l'autre moitié de l'oxyde noir de cuivre. Si le gaz renferme un excès d'oxygène, l'augmentation du poids du tube à combustion permettra de le doser. Le gaz aspiré contient à la fois, dans toutes les analyses qui suivent, de l'oxygène libre mêlé à des gaz combustibles. Leur existence simultanée paraît due à des variations de composition du gaz pendant la durée de l'aspiration. En comparant les quantités d'eau et d'acide carbonique produites par la combustion du gaz à la variation de poids de tube à combustion, et en partant de ce fait, vérifié par toutes les expériences qui précèdent, que les gaz combustibles sont formes d'oxyde de carbone et d'hydrogène, il est facile de calculer la proportion d'oxygène libre.

Voici les résultats obtenus dans les quatre expériences :

	(13)	(14)	(15)	(16)
Acide carbonique. .	11,97	12,42	10,25	9,36
Oxyde de carbone. .	8,91	2,65	1,38	0,40
Hydrogène.	3,15	0,78	0,00	0,22
Oxygène.	1,12	4,10	6,52	6,95
Azote.	75,05	80,05	81,85	83,07
	100,00	100,00	100,00	100,00

(13). (*) Gaz aspiré au moment où l'ouvrier va soulever le gâteau de fonte pour *désorner*. Le bout du canon de fusil se trouve au milieu du foyer, à 0m,05 au-dessus du feu et à peu près dans le centre de la gerbe formée par le vent. — La composition du gaz se rapproche de celle du gaz analysé sous le n° 12, la quantité d'oxygène libre étant très-peu considérable.

(14). Gaz aspiré immédiatement après le désornage. L'ouvrier vient d'ajouter au feu 15 kilog. environ de rognures de tôle. Le bout du canon est placé, comme dans l'expérience précédente, au centre du foyer et à 0m,05 au-dessus des charbons.

(15). Gaz pris pendant le travail de la pièce, au centre du foyer et vis-à-vis des tuyères.

(16). Le gaz est aspiré pendant l'*avalage*, dans la même partie du foyer que les deux précédents.

En rapprochant les uns des autres les résultats de toutes les expériences qui précèdent, et en les comparant à ceux déjà connus touchant la compo-

		(13)	(14)	(15)	(16)
(*) Gaz pour l'analyse. . . .		cc. 1535	cc. 1540	cc. 1515	cc. 1515
Baromètre.		0m,730	0m,729	0m,728	0m,727
Thermomètre.		17°,8	17°	20°,5	15°,5
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. .		cc. 1383,4	cc. 1390,5	cc. 1350	cc. 1371
Acide carbonique.		gr. 0,328	gr. 0,342	gr. 0,274	gr. 0,254
Produits de la combustion.	Eau.	0,035	0,009	0,00	0,003
	Acide carbonique.	0,244	0,073	0,037	0,011
	Oxygène (¹). . . .	+0,098	—0,048	—0,103	—0,129
Azote dosé directement. . . .		75,4	81,0	81,2	84,2-83,5

(¹) Le signe + indique l'oxygène cédé par l'oxyde de cuivre; le signe — indique l'oxygène abandonné par le gaz dans le tube à combustion.

sition des produits fixes de l'affinage (fer et scories), nous pourrons en déduire quelques conclusions relatives à la théorie de l'opération.

1° L'oxygène de l'air projeté par les tuyères pendant toute la période du forgeage, se change rapidement en acide carbonique, puis en oxyde de carbone, en suivant sa direction initiale jusqu'au contrevent. Le lieu du maximum de température correspond à la position unique dans laquelle on place le fer à forger, et cette position correspond également à un maximum d'acide carbonique dans l'atmosphère gazeuse. (Exp. 1, 2, 3.)

2° La position de la fonte, près du contrevent, dans le foyer comtois, correspond à une transformation presque complète de l'acide carbonique en oxyde de carbone (Exp. 4, 5, 6). Sa fusion ou sa désagrégation s'opèrent donc dans une atmosphère dont l'action oxydante doit être très-peu énergique.

3° Pendant toute la période du forgeage, l'ouvrier a soin de maintenir une hauteur assez considérable de charbon au-dessus des tuyères, sans doute afin de conserver à l'air sa direction initiale jusqu'au contrevent. Une partie des gaz s'échappe cependant par toute la surface du foyer. Si l'on compare leur composition avec celle des gaz pris dans l'intérieur du feu, on trouve (Exp. 8, 9, 10, qu'ils en diffèrent surtout par une proportion beaucoup plus considérable d'hydrogène. Cette circonstance s'explique facilement : les charbons qui sont au centre du foyer ont été déjà fortement échauffés, et ils ont perdu la majeure partie de leurs matières volatiles. Il n'en est pas de même de ceux voisins de la surface du feu, dont la distillation commence seulement à s'effectuer.

On peut remarquer également que les gaz pris à la surface du foyer renferment encore une proportion très-notable d'acide carbonique, surtout ceux aspirés sur les tuyères. J'explique ce résultat en faisant remarquer que l'acide carbonique, premier produit de la combustion, ne se transformera pas complétement en oxyde de carbone, s'il ne rencontre pas du charbon déjà porté à une haute température. Or, le charbon qui recouvre le foyer étant froid, ne peut pas opérer cette transformation aussi bien que celui qui se trouve dans l'intérieur du feu, et que le courant de gaz traverse en se dirigeant de la tuyère vers le contrevent. Cette transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone absorbe en effet, comme je l'ai précédemment établi, une grande quantité de chaleur, et des expériences faites à Audincourt, et que je décrirai ci-après, m'ont prouvé que l'acide carbonique peut traverser une épaisseur considérable de charbon chauffé au rouge-cerise sans être complétement changé en oxyde de carbone.

L'eau que l'ouvrier jette de temps en temps à la surface du feu, paraît avoir également pour but d'éteindre les charbons qui le recouvrent, et d'éviter ainsi partiellement la perte de combustible qui résulterait de la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

4° Pendant la deuxième période de l'affinage, celle qui correspond au travail de la pièce, la majeure partie des gaz s'échappe du feu d'affinerie dans un faisceau central qui contient une proportion très-notable d'oxygène libre (Exp. 14, 15, 16). Les expériences dont il sera question plus loin, nos 19 et 20, et qui se rapportent à la

composition des gaz pris dans les fours à chaleur perdue pendant la même période, prouvent qu'il y a au contraire excès d'oxyde de carbone dans les gaz qui se dégagent des autres points du feu.

La nature de l'atmosphère gazeuse qui entoure la fonte pendant sa fusion, ne permet pas d'admettre, avec M. Karsten, que la fonte se décarbure au moyen de l'oxygène de l'air, en tombant goutte à goutte au milieu des charbons jusqu'au fond du creuset. M. Chevreul avait fait déjà remarquer (Journal des savants, 1833) que cette action décarburante de l'air était bien peu probable, puisque le fer se trouve dans la fonte en grand excès par rapport au carbone, et qu'ainsi l'oxygène de l'air, s'il agissait sur la fonte, devrait brûler simultanément le fer et le carbone à la surface des gouttelettes du métal. On doit attribuer la décarburation, pendant la première période de l'affinage, à l'oxygène des battitures et des scories riches qu'on rejette sur la gueuse avant de rendre le vent et après le forgeage de la loupe. Elles peuvent d'abord réagir sur la fonte par cémentation, fondent et, projetées par le vent, viennent constamment mouiller la surface du métal. On peut donc concevoir comment la décarburation s'opère déjà en même temps que la fusion, et pourquoi il importe que celle-ci ait lieu lentement, afin que la surface exposée à ces projections de scories ne se renouvelle que peu à peu. La fonte séparée de la gueuse, repose, comme je l'ai déjà fait remarquer, sur un fond de sorne solide, et se trouve, dans une bonne conduite du travail, sous forme d'une masse demi-liquide, un peu consistante, en grumeaux dont chacun est entouré d'une enveloppe de scories, ce qui n'arriverait pas si le métal était tout à fait liquide.

La présence des scories au fond du creuset est aussi fort utile pour le soudage du fer. Le forgeron a grand soin de tremper de temps en temps son lopin dans le bain de scories, afin de le préserver, au moyen d'une enveloppe liquide, de l'action oxydante du vent.

En décarburant la fonte, en oxydant le silicium, le manganèse, le chrôme (*) qu'elle contient, en dissolvant les grains sableux qui proviennent du moulage de la gueuse, et le laitier du haut-fourneau qui s'y trouve mécaniquement mélangé, les scories deviennent de plus en plus siliceuses; leur fluidité augmente, mais leur action sur la fonte décroît, et l'ouvrier les fait alors écouler par le chio.

Dans cette première période, l'affinage s'opérant par l'oxygène du protoxyde de fer, il n'y a pas oxydation du fer contenu dans la fonte, et par conséquent, pas d'autre déchet que celui dû au départ du carbone, du silicium, etc., déchet qui serait plus que compensé par le fer réduit.

La séparation du carbone au moyen de l'oxygène du protoxyde de fer, doit produire une absorption considérable de chaleur latente. En effet, les expériences de Dulong donnent le nombre 6216 pour la quantité de chaleur que dégage un litre d'oxygène dans la combustion du fer. La même quantité d'oxygène en passant à l'état

(*) Les scories de forges d'Audincourt renferment une proportion très-notable d'oxyde de chrôme, environ 1 p. 0/0. On n'en trouve pas de trace dans les laitiers de haut-fourneau. Tout le chrôme des minerais se concentre dans la fonte et passe ensuite dans les scories d'affinerie. On y a recherché également le vanadium, mais sans en trouver une trace.

d'oxyde de carbone par sa réaction sur le carbone solide, ne produit que 1598 unités de chaleur. L'expulsion du carbone de la fonte, au moyen du protoxyde de fer des scories, doit donc donner une absorption de chaleur latente égale au moins à 4618 unités (*). Cette quantité de chaleur rendue latente correspond à un litre de vapeur de carbone ou 1gr.,077, et il est facile d'en déduire l'abaissement de température qu'éprouverait la masse ferreuse par le fait de la décarburation. En effet, 1 gr. d'une fonte contenant 4 p. $\frac{0}{0}$ de carbone, absorberait 171unités,52 de chaleur latente; et si nous admettions 0,1138 pour la chaleur spécifique du fer (M. Regnault), nous trouverions 1500° pour l'abaissement de température produit (**). La réaction des scories riches sur le carbone de la fonte exigera donc, pour se continuer, l'intervention constante d'une source de chaleur extérieure.

Le silicium se trouve comme le carbone oxydé par l'oxygène des scories, mais nous manquons de données pour apprécier l'effet calorifique dû à cette réaction : l'expérience suivante rend assez probable qu'il y a plutôt dégagement qu'absorption de chaleur. En effet, le silicium chauffé au rouge avec du carbonate de potasse, l'oxyde en mettant du carbone en liberté, et en dégageant une grande quantité de chaleur; la production de chaleur

(*) Dans les expériences de Dulong, le fer, en brûlant dans l'oxygène, passait à l'état d'oxyde magnétique, tandis qu'ici c'est le protoxyde de fer qui se réduit. Il est bien probable que la quantité de chaleur dégagée par le premier atome d'oxygène est la plus forte.

(**) L'abaissement réel de température doit être moindre, puisque la chaleur spécifique du métal augmente avec la température.

due à l'oxydation du silicium est donc de beaucoup supérieure à celle rendue latente par la réduction du charbon : ici il est vrai que le phénomène se complique par suite de la réaction de la silice sur l'alcali, mais c'est une analogie de plus avec ce qui se passe dans le foyer d'affinerie où la silice une fois formée, se combine avec le protoxyde de fer.

Dans la deuxième période de l'affinage, la masse ferreuse, sorte d'éponge métallique imbibée de scories crues, est soumise directement à l'action du vent. On a vu plus haut (Exp. 14, 15, 16), que le faisceau d'air qui s'échappe du centre du foyer contenait encore une forte proportion d'oxygène, mais il est facile de se convaincre que, dans chacune des analyses, la quantité d'oxygène libre ou combiné dans le gaz ne représente pas la totalité de celui qui correspond à l'azote atmosphérique (*). Ces résultats prouvent l'absorption par le fer d'une proportion très-notable de l'oxygène contenu dans l'air injecté par la tuyère, et c'est là sans doute l'origine du déchet considérable que subit la fonte dans l'affinage comtois. — En même temps, l'oxydation du fer détermine une grande élévation de température qui produit de nouveau la fusion du métal. Une partie du carbone restant encore dans la fonte se brûle directement par l'oxygène de l'air avec une quantité de fer correspondante. Les scories crues qui impré-

(*) Les quantités d'oxygène, rapportées à 100 volumes d'azote, sont respectivement :

(13)	(14)	(15)	(16)
23,3	22,3	21,3	19,9

La proportion normale est, comme on sait, 26,26.

gnaient le fer sont changées en scories très-basiques, et cette circonstance, jointe à l'élévation de température produite par l'oxydation du fer, facilite leur action décarburante.

Le travail de la pièce consiste à soulever légèrement la masse avec un ringard appuyé sur le fond et sur les parois du creuset, de façon à faire circuler une partie du vent tout à l'entour, et à en maintenir ainsi toutes les parties à une température élevée.

Les rognures de tôle qu'on ajoute souvent au feu vers le commencement du travail, diminuent la consommation du charbon et facilitent la conversion de la masse ferreuse en fer ductile. Les ouvriers disent qu'elles apportent de la chaleur au feu. Quand le foyer est recouvert de rognures, on remarque effectivement que sa surface devient blanche jusqu'au contrevent, tandis qu'avec le charbon, le lieu du maximum paraît beaucoup moins étendu et se trouve au centre du faisceau de gaz qui s'échappe au milieu du feu. — Cette différence, dans la distribution de la chaleur, s'explique aisément en considérant que la combustion du fer ne donne dans ce cas qu'un seul oxyde, et que le courant de gaz doit conserver toute la chaleur sensible qui lui a été communiquée dans cette réaction (*).

(*) On peut calculer la température produite de la manière suivante :

1 litre d'oxygène, pesant 1gr.,436. se trouve associé dans l'air à 3l.,80 d'azote, pesant 4gr.,804.

1 litre d'oxygène se combine avec 4gr.,870 de fer et donnent 6gr.,306 de protoxyde qui se dissolvent dans la scorie, et 6.216 unités de chaleur.

En admettant pour la chaleur spécifique du produit de

L'importance que les affineurs attachent aux dimensions intérieures du feu, et particulièrement à l'inclinaison des tuyères et à leur hauteur au-dessus du fond, prouve que ces circonstances ont une assez grande influence sur la marche de l'opération : on

---

l'oxydation le nombre 0,157 (nombre trouvé par M. Regnault, pour le protoxyde de manganèse, et qui doit être à peu près le même pour le protoxyde de fer en raison de l'égalité des formules et des poids atomiques), on trouvera pour la température de l'oxyde et pour celle de l'azote :

$$\frac{6216}{4.804 \times 0{,}2754 + 6^{gr.}{,}306 \times 0{,}157} = 2690^{\circ}.$$

Ce nombre n'est évidemment qu'une approximation, puisqu'on a supposé constantes les chaleurs spécifiques de l'azote et du produit de l'oxydation.

Quand l'oxydation du fer s'opère par la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone, la quantité de chaleur dégagée par l'oxydation (6.216) est à très-peu près égale à celle que produirait la combustion de deux litres d'oxyde de carbone formé (6.260) et qui a dû être rendue latente par le fait de la décomposition de l'acide carbonique. Le courant de gaz conservera donc la température due à la formation de ce dernier gaz.

Ce résultat, comparé à celui qu'on obtient par le changement de l'acide carbonique en oxyde de carbone par le charbon en excès, permet d'expliquer d'une manière simple certaines circonstances fort singulières que présente quelquefois le roulement des hauts-fourneaux, surtout quand on emploie un vent trop fort. On voit la *chaleur se porter au gueulard*, et les parois supérieures de la cuve rougissent, tandis qu'à l'ordinaire, la température ne dépasse pas 150 ou 200°. En même temps les fontes deviennent blanches, les minerais ne rendent que fort peu de métal, les laitiers sont très-ferreux et le creuset très-refroidi. L'oxyde de fer que contiennent les laitiers s'est formé évidemment ici aux dépens du fer réduit dans les parties supérieures du fourneau, puis oxydé dans son passage devant les tuyères par l'oxygène ou par l'acide carbonique.

Si l'on considère que le changement de l'acide carbo-

les fait varier suivant la nature des fontes d'affinage. Les dimensions que j'ai indiquées plus haut se rapportent à l'affinage des fontes grises ordinaires. Quand on a des fontes noires, on rehausse la plaque de fond de 7 millimètres (3 lignes) et

---

nique en oxyde de carbone par le charbon abaisse la température du courant de 2.300° à 900°, tandis que cette même transformation, opérée par le fer, ne produit pas d'absorption de chaleur, il est évident que la quantité de calorique sensible que contient la colonne gazeuse ascendante, sera d'autant plus grande que la proportion de fer oxydé devant la tuyère sera plus considérable. Le courant de gaz sortant du fourneau aura donc, toutes choses égales d'ailleurs, une température propre d'autant plus élevée, que la quantité de fer brûlée aura été plus grande.

Le refroidissement du creuset, dans cette allure du haut-fourneau, est une consequence nécessaire de l'action du silicate de fer résultant de cette oxydation sur le carbone de la fonte.

L'emploi de l'air chaud est le meilleur moyen qu'on puisse employer pour modifier cette mauvaise allure. Il agit évidemment en diminuant l'étendue de la zone oxydante.

Les mêmes considérations permettent d'expliquer l'abaissement brusque de température qu'on observe dans les fours à réverbère chauffés par les gaz des hauts-fourneaux, toutes les fois que celui-ci présente quelque dérangement. Les moindres chutes de minerais devant la tuyère se font sentir dans l'allure des fours d'une manière très-marquée. S'il s'oxyde du fer en proportion un peu considérable devant la tuyère, il est certain que la quantité d'oxyde de carbone, qui est proportionnelle à l'oxygène introduit par le courant d'air, sera diminuée de tout l'oxygène qui s'est combiné au fer devant la tuyère, et la valeur combustible du gaz diminuera dans le même rapport. Pour une chute de minerai de peu de durée, la chaleur ne montera pas sensiblement, en raison de la masse des matières contenues dans le haut-fourneau, et le seul symptôme du dérangement sera la diminution dans la proportion d'oxyde de carbone contenue dans le gaz.

l'on diminue de moitié l'inclinaison des tuyères. Pour des fontes blanches, le feu serait monté d'une manière inverse, c'est-à-dire qu'on augmenterait un peu la profondeur du feu et l'inclinaison des tuyères.

Il me paraît difficile de donner en ce moment une explication satisfaisante de cette pratique. Les dimensions du foyer et l'inclinaison des tuyères doivent être calculées de manière à pouvoir restituer au bain liquide la chaleur absorbée par la décarburation de la fonte et par la réaction des morceaux de charbon sur les scories dans lesquelles ils plongent. M. Karsten (*) pense que plus le creuset est profond, et plus les tuyères sont plongeantes, jusqu'à une certaine limite, plus la température du bain liquide est élevée. Il convient donc de disposer le creuset de cette manière quand le métal s'affine vite et a trop de tendance à *louper*, comme cela arrive avec les fontes blanches. Pour les fontes grises et noires, M. Karsten pense qu'il faut entretenir le bain de métal à une température comparativement plus basse que dans le cas précédent.

On peut objecter à la théorie de M. Karsten, que si une haute température est nécessaire pour décarburer la fonte par l'oxygène des scories, il convient que la fonte grise, dont l'affinage est plus long et plus difficile que celui de la fonte blanche, soit exposée à une température plus élevée que cette dernière. Il paraît en effet bien probable, d'après la manière dont la combustion s'opère dans le creuset, que le rapprochement du bain de mé-

(*) Manuel de la métallurgie du fer, tome 3, page 54. Traduction française.

tal des tuyères doit contribuer à rendre sa température plus élevée.

Pendant ces dernières années, on a fait dans les forges de la Franche-Comté un grand nombre d'essais pour remplacer le charbon dans les feux d'affinerie par du bois vert ou desséché. Les résultats en ont été décrits dans le mémoire de M. Thirria, ainsi que ceux obtenus de l'emploi de l'air chaud (*Annales des Mines*, tome XVIII, pag. 336 et suiv.). Plusieurs des procédés auxquels ces essais ont donné lieu ont été appliqués dans de nombreuses usines pendant des années entières, mais on en est revenu maintenant à peu près partout à l'emploi exclusif du charbon de bois. On conçoit que l'introduction dans le foyer d'un combustible à flamme comme le bois, devait amener de graves modifications dans la conduite et l'allure du feu, dans la température du vent. Mais la discussion de toutes ces modifications au travail habituel m'entraînerait trop loin, et je me contente de les indiquer ici sans m'y arrêter davantage.

Emploi des chaleurs perdues des feux d'affinerie.

La disposition intérieure des fours dans lesquels on utilise les flammes qui s'échappent des feux d'affinerie, est variable suivant l'usage auquel on les destine. Mon but, dans ce travail, n'est pas de décrire avec détail les dimensions qu'on leur donne dans les différents cas qui se présentent. Je ferai seulement remarquer que ces fours sont disposés, tantôt de manière à porter rapidement le fer à une température élevée, tantôt de ma-

nière à éviter le plus possible son oxydation et le déchet qui en résulte. Le four représenté (*fig.* 1, 2, 3, *Pl. VII*), et qui sert à réchauffer des barreaux pour fabriquer de petits fers, est dans le premier cas. On peut remarquer qu'il n'y a pas d'autel, que la voûte est très-rapprochée de la sole, et qu'ainsi, le courant de gaz venant du foyer, est en contact immédiat avec le fer. Le registre placé sur la cheminée sert à régler l'introduction de l'air qui doit se mélanger avec les gaz pour les brûler, et cette quantité doit varier, comme on l'a vu, d'après la composition des gaz, aux différentes époques de l'affinage.

Les fours à réchauffer la tôle diffèrent des précédents : 1° en ce que le registre placé dans la cheminée est toujours fermé, de sorte que la totalité des flammes sort par les portes du four; 2° en ce que le four est divisé en deux ou trois compartiments, séparés les uns des autres par des autels en briques. Les gaz arrivent dans les deux derniers compartiments par une ouverture de 0m10 de hauteur sur toute la largeur du four, comprise entre l'autel et la voûte, et celle-ci se trouve à 0m35 au-dessus de la sole. Il résulte de cette disposition, que le courant de gaz passe d'un compartiment à l'autre, en suivant la voûte du four sans être en contact immédiat avec les feuilles de tôle placées sur la sole et qui ne s'échauffent guère que par le rayonnement de la voûte. Les gaz les plus échauffés se maintiennent à la partie supérieure du four, et l'atmosphère, qui entoure les feuilles de fer, ne se renouvelle que lentement. Le laminage des tôles n'exige pas une température très-élevée, et on cherche, par les moyens que je viens d'indiquer, à éviter l'oxy-

dation à la surface des feuilles et le déchet considérable qui en résulterait.

Analyse des gaz des fours de la tôlerie.

On a aspiré ce gaz aux différentes époques de l'affinage, à l'entrée du premier compartiment du four à chaleur perdue servant au laminage de la tôle. On a profité du moment où il n'y avait pas de fer dans le four, afin de ne pas compliquer les résultats des analyses de l'action des gaz sur le fer. — Dans toutes les expériences, le registre placé à l'extrémité du four, est resté complétement fermé, en sorte que les gaz sortaient en totalité par les portes.

On a obtenu dans quatre expériences les nombres suivants (*) :

	(17).	(18).	(19).	(20).
Acide carbonique. .	10,66	12,21	14,87	16,79
Oxyde de carbone. .	16,34	12,91	6,27	0,46
Hydrogène.	4,18	3,18	3,18	0,00
Oxygène.	»	»	0,90	1,45
Azote.	68,82	71,70	74,78	81,30
	100,00	100,00	100,00	100,00

(*) Voici les données de ces expériences :

		(17).	(18).	(19).	(20).
Gaz.		1565 cc.	1580 cc.	1600 cc.	1565 cc.
Baromètre.		0m,736	0m,730	0m,733	0m,733
Thermomètre.		12°,5	14°	11°,4	13°,8
Gaz ramené à 0° et à 0m,760.		1449 cc.	1443,5 cc.	1481 cc.	1431 cc.
Acide carbonique.		0,306 gr.	0,349 gr.	0,436 gr.	0,476 gr.
Produits de la combustion.	Eau.	0,049	0,037	0,038	0,001
	Acide carbonique.	0,468	0,369	0,184	0,013
	Oxygène.	0,209	0,165	0,080	−0,030
Azote dosé directement. . . .		67,9	72,5	74,8-75,4	82,0-80,8

(17). Le gaz est pris dans le four au moment où l'ouvrier rapporte les deux lopins au feu ; celui-ci est recouvert d'une grande épaisseur de charbon. Il sort une flamme bleue à bords rouges par la porte du four.

(18). Gaz aspiré pendant le forgeage du premier bout de barre, 35 minutes après le commencement de l'opération. La flamme qui sort par la porte du four est plus blanche et moins allongée que dans l'expérience précédente, mais la température du four paraît plus élevée.

(19). Gaz pris 1 heure 1/4 après le commencement de l'affinage, pendant le forgeage du dernier bout de barre. Le feu n'est plus garni de charbon, et le vent le soulève par intervalles. Pendant le commencement de la prise de gaz, une flamme bleuâtre sort par la porte du four, mais cette flamme devient courte et jaunâtre à la fin de l'expérience. Cette circonstance explique la coexistence de gaz combustibles et d'une quantité sensible d'oxygène dans le gaz analysé.

(20). Gaz aspiré pendant le travail de la pièce, 10 minutes avant la fin de l'affinage. Le four est beaucoup moins chaud que dans l'expérience précédente, et il ne sort pas de flamme par la porte.

Bien que les résultats de ces analyses ne puissent pas représenter exactement la composition moyenne des gaz qui se dégagent du foyer d'affinerie, à raison de l'air extérieur qui s'y mélange nécessairement dans une certaine proportion, ils montrent toutefois de quelle manière cette composition varie dans les différentes périodes de l'affinage, et les conséquences qu'on peut en déduire ne diffèrent en rien de celles qui ont été présentées plus haut.

Analyse des gaz des fours du petit étirage.

La composition des gaz qui circulent dans les fours servant à la fabrication du petit fer dépend, non-seulement de l'époque de l'opération, mais encore de l'ouverture plus ou moins complète du registre placé à l'origine de la cheminée. On règle cette ouverture de façon à ce qu'il sorte toujours une petite flamme bleuâtre à bords orangés par la porte du four. Pendant la première période de l'opération, celle qui correspond à la fusion de la fonte, le registre est ouvert d'une certaine quantité, mais on le ferme entièrement pendant le travail de la pièce.

La composition de l'atmosphère de ces fours a été déterminée comme il suit dans deux analyses.

	(21).	(22).
Acide carbonique (*). . . .	15,24	16,44
Oxyde de carbone.	8,68	1,12
Hydrogène.	3,66	0,17
Oxygène.	»	2,02
Azote.	72,32	80,25
	100,00	100,00

(2) Gaz pris pendant le réchauffage des deux

		(21).	(22).
(*) Gaz pour l'analyse.		1575	1560
Baromètre.		0m,7385	0m,736
Thermomètre.		14°	12°
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. .		1454cc.,6	1437 cc.
Acide carbonique.		0gr.,442	0gr.,468
Produits de la combustion.	Eau.	0gr.,043	0gr.,002
	Acide carbonique. . .	0gr.,250	0gr.,034
	Oxygène absorbé. . .	+ 0,124	— 0,028
Dosage direct d'azote.		73,5	81,8

lopins, 20 minutes après la mise en feu. Le registre est ouvert au tiers et une flamme bleuâtre sort par la petite porte du four.

(22) Gaz aspiré à la fin du travail de la pièce, le registre étant tout à fait fermé.

Ces expériences suffiront pour montrer la différence qui existe dans la composition des gaz des fours à registre fermé et de ceux à registre ouvert. On voit comme on pouvait s'y attendre, que dans le commencement de l'affinage, ceux-ci (n° 21) renferment beaucoup moins de gaz combustibles que quand le registre est fermé (17, 18). Aussi la température des fours à registre ouvert est-elle toujours bien supérieure à celle des fours à tôle où la température ne dépasse pas le rouge cerise. Pendant le travail de la pièce, il y a identité de composition dans l'atmosphère des deux espèces de fours (20, 22).

La température des fours à chaleur perdue varie beaucoup pendant les diverses périodes du travail, surtout dans les fours à registre. La température paraît être à son *maximum* au moment du désornage, mais elle s'abaisse très-notablement pendant tout le travail de la pièce qui dure 25 ou 30 minutes (*).

(*) J'ai cherché à déterminer approximativement la température des fours d'étirage, en y introduisant de petits creusets contenant divers métaux inégalement fusibles. Le cuivre et l'or fondent facilement pendant le forgeage des barres dans le foyer d'affinerie, mais ils ne fondent plus à la fin du travail de la pièce. L'argent y fond au contraire dans toutes les périodes du travail.

La température s'élève quelquefois assez pour produire la fusion de la fonte, mais ce fait ne s'est présenté dans aucune de mes expériences.

Ce résultat paraît, au premier aperçu, difficile à concilier avec les analyses des gaz pris dans le four aux diverses époques de l'affinage. Il semble que le maximum de température doive correspondre à la combustion la plus complète du gaz et c'est à la fin de l'affinage que cette circonstance a lieu. La proportion de l'oxygène resté libre est peu considérable, et on expliquerait difficilement l'abaissement de température qui se produit par la présence de 8 ou 10 p. o/o d'air non désoxygéné qui se trouve dans le gaz. Le volume des gaz qui se dégagent du foyer d'affinerie est au moins aussi considérable à la fin qu'au commencement de l'opération, puisqu'on donne tout le vent à cette époque.

La disposition du foyer d'affinerie, par rapport aux fours placés à sa suite, me paraît être la cause de cette variation dans leur température. On peut remarquer que la distance du fond du creuset à la voûte est d'environ $1^m,30$, ou de $1^m,10$ entre la voûte et les tuyères. Au commencement de l'affinage, quand le foyer est bien garni de charbon, la distance entre la surface des charbons et la voûte n'est plus que de $0^m,70$ à $0^m,80$. Les gaz qui s'échappent du foyer renferment, comme on l'a vu, peu d'acide carbonique et beaucoup d'oxyde de carbone et d'hydrogène. Leur température propre est peu élevée, parce qu'ils traversent une épaisseur assez considérable de charbon qui n'a pas encore rougi et qui se distille avec absorption de chaleur latente. L'air qui produit la combustion du gaz ne peut pénétrer que par l'ouverture antérieure du foyer et par le trou de la gueuse, et son mélange avec le gaz ne s'opère bien que dans l'espace rétréci par lequel ils entrent en-

semble dans le four à chaleur perdue. Le lieu de la combustion se trouve donc situé à l'entrée du four et à une petite distance du fer à réchauffer.

Pendant la deuxième période de l'affinage, le niveau du charbon ne dépasse guère celui des tuyères et sa distance à la voûte est d'un mètre. On cherche autant que possible à éviter l'accès de l'air extérieur, et celui qui est projeté par la tuyère suffit pour rendre la combustion complète. Ici la température du courant de gaz est un *maximum* à une faible distance des tuyères, et elle s'abaisse continuellement jusqu'à son entrée dans le four par l'absorption de chaleur produite par les parois verticales et par la voûte du foyer. Celles-ci s'échauffent beaucoup pendant le travail de la pièce, soit par contact avec le courant de gaz, soit par le rayonnement du charbon embrasé à la surface du feu. Elles se refroidissent au contraire dans le commencement de l'affinage, tandis que le contraire a lieu pour l'intérieur du four à chaleur perdue.

On s'arrange de façon à ce que le réchauffage du fer dans le four à chaleur perdue s'opère d'une manière concordante avec la marche de l'affinage. Ainsi on charge les barreaux de fer à étirer pendant le travail de la pièce, et on les passe au laminoir pendant la première période de l'affinage suivant. Le réchauffage du fer s'opère donc dans une atmosphère dont la température va constamment en augmentant. Cette manœuvre présente aussi l'avantage de diminuer le déchet, parce que l'oxydation du fer est d'autant plus rapide qu'il y a moins d'oxyde de carbone dans le gaz, et que la température est plus élevée.

La formation des battitures à la surface des bar-

reaux et des feuilles de tôle s'opère en grande partie par la décomposition de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. Une feuille de tôle chauffée dans le four à chaleur perdue du petit étirage pendant la durée du forgeage des lopins et dans une atmosphère qui contenait une proportion assez considérable d'oxyde de carbone et d'hydrogène (exp. 21) s'est couverte d'écailles très-épaisses d'oxyde. L'action oxydante ne peut pas être attribuée à l'oxygène libre qu'on ne trouve dans les fours qu'à la fin de l'affinage. Cette expérience prouve la nécessité d'échauffer par le rayonnement seul les pièces d'une faible épaisseur et à grande surface, en suivant les principes indiqués plus haut pour la construction des fours à tôle.

Il n'est pas possible d'apprécier exactement, par des déductions théoriques, le rapport de la quantité de chaleur perdue avec celle utilisée dans le foyer d'affinerie. Cette comparaison, facile à faire quand il s'agissait des gaz des hauts-fourneaux, serait ici sans intérêt. Dans le feu d'affinerie, il est évident que la quantité de chaleur développée par la combustion du charbon se retrouve à peu près tout entière, soit à l'état de calorique sensible, soit à l'état latent, dans les gaz qui se rendent dans les fours. La chaleur rayonnée par le charbon incandescent et qui s'échappe par l'ouverture de travail, et celle que possède la masse ferreuse à sa sortie du creuset, sont les principales causes de déperdition Mais on concevra facilement que la disposition du foyer par rapport aux fours et la composition, variable aux différentes époques du travail, des produits de la combustion, ne permettent pas d'utiliser une fraction de la chaleur développée, aussi grande que

si le combustible était spécialement employé au service du four. La seule manière d'obtenir ce coefficient consiste à déterminer, comme l'a fait M. Thirria, la quantité de houille que l'on consommait antérieurement pour produire les effets obtenus de l'emploi des chaleurs perdues, et à considérer l'équivalent calorifique de cette houille comme représentant la chaleur utilisée dans les fours à la suite des feux d'affinerie. M. Thirria a trouvé ainsi que cette quantité de houille représentait moyennement les $\frac{70}{100}$ de la valeur calorifique du charbon brûlé pour l'affinage.

L'application des chaleurs perdues des feux d'affinerie à tous les usages qui n'exigent pas une température très-élevée a donné des résultats fort avantageux et devenus tout à fait pratiques. Des essais isolés ont été tentés dans diverses usines pour les utiliser, soit pour le puddlage de la fonte, soit pour le soudage du fer affiné, mais il ne paraît pas qu'aucun d'eux ait réussi. Il est vrai que l'on n'a pas encore employé, pour brûler les gaz du feu de forge, un courant d'air chaud projeté à la fois par plusieurs orifices, comme cela se pratique maintenant pour la combustion des gaz des hauts-fourneaux, mais il est fort douteux que cette addition permette d'arriver à une température suffisamment élevée. La composition des gaz qui s'échappent d'un feu de forge est tellement variable du commencement à la fin de l'opération, qu'il serait bien difficile de régler convenablement l'écoulement de l'air comburant. On conçoit surtout la difficulté qu'on éprouverait à faire marcher ensemble deux opérations, dont chacune exige que l'ouvrier règle à sa volonté la température dans le foyer ou le four qu'il dirige. On a proposé d'ac-

coller deux feux pour alimenter un four de puddlage, et de combiner la marche de l'affinage dans chaque foyer, de façon à égaliser la température dans le four à réverbère. Cette disposition présenterait quelques chances de réussite, surtout si l'on parvient à brûler les gaz par un courant d'air chaud et comprimé, mais le défaut d'homogénéité du combustible gazeux sera toujours un grand obstacle au succès de l'opération.

Résumé.

On peut résumer, ainsi qu'il suit, les principaux résultats de ce travail.

1° Dans un foyer d'affinerie à deux tuyères, le lieu du maximum de température, déterminé par la position que l'on fait prendre au prisme de fer à souder, correspond, dans la composition du courant de gaz provenant des tuyères, à la transformation de l'oxygène de l'air en acide carbonique.

2° La fonte placée au contrevent fond dans une atmosphère dépouillée d'oxygène libre et qui renferme seulement une petite proportion d'acide carbonique. L'influence oxydante de cette atmosphère ne peut être que très-faible et la décarburation doit s'opérer surtout par l'oxygène des scories riches qui fondent avec la gueuse.

3° La décarburation de la fonte par l'oxyde de fer des scories produit une absorption considérable de chaleur latente.

4° Dans le travail de la pièce, il y a une oxydation considérable de fer par l'air projeté par les tuyères, production d'une température très-élevée par cette combustion dans l'intérieur de la loupe,

et formation de scories très-basiques qui terminent la décarburation.

5° La composition des gaz qui se dégagent des feux d'affinerie est variable, d'un point à un autre du foyer et du commencement à la fin de l'affinage, entre des limites fort étendues. Leur composition moyenne est caractérisée dans la première période de l'affinage par une proportion considérable de gaz combustibles, tandis qu'à la fin du travail ils renferment une quantité notable d'oxygène libre.

6° La température des fours à chaleur perdue varie avec la composition des gaz produits aux différentes époques de l'affinage. Leur disposition intérieure doit être calculée, tantôt de manière à porter rapidement le fer à une température élevée, tantôt de façon à éviter son oxydation et le déchet qui en résulte.

RECHERCHES

Sur la production et l'emploi des gaz combustibles dans les arts métallurgiques;

Par M. EBELMEN.

PREMIÈRE PARTIE.

L'application de la chaleur produite par la combustion des gaz des hauts-fourneaux à la fabrication du fer dans les fours à réverbère, a conduit naturellement à rechercher s'il n'y aurait pas avantage, dans un grand nombre de cas, à substituer la combustion d'un gaz à celle d'un solide. La solution de cette question présente de l'importance. On conçoit, en effet, qu'on puisse arriver à produire, au moyen de combustibles de mauvaise qualité, ayant peu de débouchés et de valeur, des gaz susceptibles de développer en brûlant des températures très-élevées; en second lieu, la nature des procédés employés à effectuer cette combustion permettrait peut-être d'utiliser, dans l'appareil métallurgique, une plus grande proportion de la chaleur produite, et partant de réaliser une économie correspondante sur le combustible consommé.

Nous devons aux métallurgistes allemands, qui ont déjà fait faire de si grands progrès à la question de l'emploi des gaz des hauts-fourneaux au travail de fer, quelques indications sur ce sujet. M. Karsten (Handbuch der eisenhuttenkunde, tome 3, page 373), fait remarquer que la meilleure manière de brûler les combustibles dans les fours à reverbère doit consister à les transformer

le plus complétement possible en oxyde de carbone, et à brûler ensuite ce gaz par de l'air chaud. M. Faber-Dufaur s'est aussi occupé de recherches à ce sujet, mais il n'a pas fait connaître jusqu'à présent les appareils qu'il a employés et les résultats obtenus (1).

Je me suis occupé du même sujet, et j'ai déjà indiqué (Annales des mines, tome XX, page 467) quelques résultats obtenus en 1841 à l'usine d'Audincourt, de l'emploi des menus charbons pour préparer des gaz combustibles au moyen d'un courant d'air forcé seul ou mélangé de vapeur d'eau. Ces premiers essais m'avaient conduit à cette conclusion qu'on pourrait obtenir avec des combustibles de mauvaise qualité, tels que les houilles sèches et terreuses, et les anthracites, des gaz susceptibles de développer, en brûlant, les températures les plus élevées dont on ait besoin dans la métallurgie du fer (2).

M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics

(1) Voyez le mémoire de M. Delesse, *Annales des mines*, 4e série, tome I, p, 474.

(2) M. Péclet, dans la deuxième édition de son Traité de la chaleur, tome 1, p. 281, attribue ces premiers essais à MM. Thomas et Laurens, et annonce qu'ils ont été conduits à convertir d'abord les combustibles en oxyde de carbone, pour les brûler par des procédés analogues à ceux dont ils se servent pour la combustion des gaz des hauts-fourneaux. D'après les détails donnés par M. Péclet, dont l'ouvrage vient de paraître, les moyens employés par MM. Thomas et Laurens pour transformer les combustibles en gaz me paraissent se rapprocher beaucoup de ceux que j'ai moi-même indiqués. Pour établir la priorité de mes recherches, je me contenterai de faire remarquer que mes résultats ont été consignés dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences le 24 janvier 1842, et inséré par extrait dans le Compte rendu de la séance, ainsi que dans le rapport fait sur ce mémoire par M. Chevreul, le 28 mars suivant, sans qu'aucune réclamation ait été adressée à ce sujet à l'Académie.

appréciant l'utilité de recherches spéciales sur ce sujet, a affecté un crédit à leur exécution, et a bien voulu m'en confier la direction. Ce mémoire renferme les premiers résultats obtenus pendant le temps qu'il m'a été possible de consacrer à ces essais dans le courant de l'automne dernier. Ils ont été entrepris dans l'usine d'Audincourt (Doubs) où j'ai trouvé de grandes facilités pour leur exécution. Le concours de l'habile directeur de la compagnie, M. Jeanmaire, ancien élève de l'École Polytechnique, dont on a eu récemment à déplorer la perte, m'a été d'une bien grande utilité et m'a permis d'ajouter quelques résultats pratiques aux données théoriques que j'avais surtout mission de recueillir.

Les expériences qui font le sujet de ce premier travail ont eu spécialement pour objet l'examen et l'emploi des gaz produits par des combustibles d'origine végétale, le charbon de bois, le bois et la tourbe. Je me suis proposé particulièrement de déterminer les conditions dans lesquelles les gaz produits sont les plus riches en principes combustibles, et l'influence des divers agents de combustion, comme l'air et la vapeur d'eau, sur la composition de ces gaz. Je décrirai successivement les appareils et les procédés employés dans chaque cas, soit pour produire le gaz, soit pour l'utiliser; enfin, j'examinerai en dernier lieu quelles conséquences on peut déjà tirer de mes résultats relativement à la substitution des combustibles gazeux aux combustibles solides.

Je n'ai pas besoin d'entrer ici dans de nouveaux détails sur les procédés suivis pour recueillir et analyser les gaz produits. Ces procédés sont identiquement les mêmes que ceux que j'ai décrits

précédemment et appliqués à l'examen des gaz des hauts-fourneaux et des feux d'affinerie.

Emploi du charbon de bois (braise et menus de halle).

Dans les premiers essais faits, en 1841, à Audicourt, le générateur de gaz que nous avions employé, et dans lequel l'air s'introduisait par une fente placée à sa partie inférieure, présentait quelques inconvénients que j'avais signalés et dont le principal consistait dans l'obstruction de la voie d'air par les cendres à demi fondues du combustible. J'avais proposé, pour remplacer cet appareil, un fourneau prismatique rectangulaire terminé à la partie inférieure par une grille qui communiquait avec une chambre à double porte dans laquelle arrivait un courant d'air forcé. J'ai renoncé à la construction de ce générateur, qui aurait exigé des frais d'établissement assez considérables : l'emploi d'une grille aurait aussi présenté des inconvénients lorsqu'on aurait eu à brûler des combustibles en menu.

Je me suis arrêté à établir comme générateur de gaz l'appareil représenté, *fig.* 1, 2 et 3, *Pl. VIII*, dont la forme intérieure est semblable à celle d'un haut-fourneau. Les dimensions principales sont indiquées sur le dessin : le fourneau à l'extérieur présente l'aspect d'un prisme carré en briques dont les arêtes verticales sont maintenues par des armures en fonte *ff*, reliées ensemble par des plaques qui forment les deux bases du prisme.

L'air y était lancé à la température ordinaire par deux tuyères opposées l'une à l'autre dont la section était la même que celle des tuyères employées dans les feux d'affinerie. Le diamètre des

buses était aussi le même que pour les feux d'affinerie ($0^m,025$).

On chargeait le combustible dans un cylindre en fonte C ayant le diamètre du gueulard et s'enfonçant dans la cuve de $1^m,30$; c'est entre les parois extérieures de ce cylindre et celles de la cuve que se rassemblent les gaz qui sortent par le tuyau T, pour se rendre dans le four à réverbère où leur combustion doit s'opérer. Le conduit V, tel qu'il est indiqué sur le dessin, communique avec des corps en fonte destinés à prendre le gaz du haut-fourneau concurremment avec celui du générateur; mais ce dernier nous a fourni seul les gaz combustibles employés dans nos expériences. Le gaz passait ensuite dans le cylindre en fonte X, autour duquel circule la flamme du four, puis il arrive à la partie antérieure du four à réverbère par un conduit en fonte ayant la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire aplatie dont la grande base est tournée vers le haut et occupe toute la largeur du four ($0^m,70$).

L'air comburant s'échauffe à la flamme perdue du four dans une série de tuyaux *a a a*, puis se rend par le tuyau *b*, recouvert d'un lut mauvais conducteur du calorique, dans la caisse à vent *s*. L'air est projeté sur le gaz par deux rangées d'orifices dont chacune présente quinze ouvertures de 6 lignes de diamètre. Un registre à glissoir est placé sur le tuyau vertical dont *d* est la projection et sert à régler la quantité d'air introduit. La combustion du gaz s'opère dans l'espace A, puis il passe successivement sur la sole du four, autour des tuyaux d'air chaud *a*, et dans le four *c* destiné à réchauffer le gaz que traverse le tuyau X; il s'échappe au dehors par une cheminée qui n'est

pas indiquée sur le dessin, mais dont la hauteur n'est que de 2m,59 sur 0m,30 de côté à la section intérieure.

Le four à réverbère à gaz dont je viens de donner une description succincte a été exécuté sur les dessins de M. Page, ingénieur de la compagnie d'Audincourt, dont la coopération m'a été fort utile dans les essais en grand dont je vais rendre compte. Je lui en fais ici mes remercîments. Je n'insisterai pas ici sur les détails de construction du four qui est entouré de plaques de fonte, comme les fours à puddler et à réchauffer à la houille. On a scellé dans la maçonnerie du four deux prismes creux en fonte, E E, qui sont destinés à empêcher la destruction trop prompte de la partie correspondante de la sole du four; celle-ci était faite en sable siliceux.

Nous avons commencé par charger dans le générateur (*) de la petite braise formée par des fragments de charbon qui restent sur un tamis dont les mailles ont 13 millimètres de côté, et nous avons donné le vent avec une pression de 0m,025 de mercure. Après six heures de feu, le four à réverbère, qui était neuf et très-humide, se trouvait chauffé au blanc. Mais le générateur était engorgé par des matières à demi fondues qui s'attachaient au-dessus des tuyères, les rendaient noires et empêchaient le passage de l'air: on a débarrassé le creuset, on l'a rempli de charbon frais, et on a fait agir le vent directement à poitrine ouverte pour réchauffer la partie inférieure

(*) Le générateur avait été séché auparavant pendant quelques jours au moyen d'un feu de charbon allumé dans le creuset, la poitrine étant ouverte.

du générateur et pour dissoudre les engorgements. A partir de ce moment, on a ajouté par chaque hectolitre de braise formant une charge, une quantité de fondant représentée par $\frac{1}{2}$ litre laitier de haut-fourneau, $\frac{1}{4}$ litre scories de forges, et $\frac{1}{2}$ litre d'argile ferrugineuse. Cette addition de fondants a parfaitement réussi, et la marche du générateur n'a pas cessé de présenter, à partir de ce moment, une régularité parfaite; le laitier s'écoulait comme dans un haut-fourneau, par une ouverture ménagée entre la tympe et la dame. Il était d'une assez grande liquidité, mais pas assez basique pour corroder les parois intérieures en briques réfractaires du générateur.

Le roulement de l'appareil a été arrêté pendant deux jours pour une réparation à la voûte du four à réverbère, puis on a remis en feu. Quatre heures après la mise en feu, le four se trouve chauffé au blanc soudant et s'y maintient pendant plusieurs heures jusqu'au moment où l'on arrête le vent. On a soudé au marteau plusieurs barreaux; mais l'usine n'étant pas encore disposée pour une fabrication courante au moyen de l'appareil, on a dû se borner à constater qu'il marchait avec régularité, et qu'il permettait d'obtenir facilement la température du blanc soudant. Les deux lopins provenant du forgeage au marteau de la loupe qu'on retire du feu d'affinerie et complétement refroidis, arrivent au blanc soudant au bout d'une heure d'exposition sur la sole.

Pendant les essais précédents, on brûlait par heure, dans le générateur, trois hectolitres de braise pesant 54 kilogrammes, avec une pression de $0^m,03$ de mercure sur le porte-vent. La température des gaz, à leur entrée dans le tuyau de

fonte T, était suffisante pour produire la fusion de l'antimoine (432). Mais, à l'extrémité du conduit TV, cette température, mesurée avec un thermomètre à mercure, a été trouvée de 310°. Après le réchauffage dans le conduit X, cette température suffisait pour la fusion du zinc, mais non pour celle de l'antimoine (environ 400°).

La température de l'air, mesurée à son entrée dans la caisse *s* a été trouvée comprise dans deux expériences, lorsque le four était blanc soudant, entre 290° et 310°.

Roulement au fraisil tamisé.

La braise dont on s'est servi pour alimenter le générateur dans les essais qui précèdent, provient, comme je l'ai indiqué plus haut, du cœur des meules de carbonisation et du tamisage des résidus de halle à travers un tamis dont les mailles ont 0m,013 de côté. On estime la valeur de la braise à 0fr.,80 l'hectolitre ou moitié de celle du charbon. Tout ce qui passe au travers du tamis à braise est rejeté et perdu. Nous avons cherché à utiliser ces résidus qui comprennent une fraction notable du charbon brûlé à Audincourt (*). On s'est débarrassé des poussières fines par un nouveau tamisage fait sur un tamis dont les mailles avaient 0m,006 de côté. L'hectolitre de fraisil tamisé pèse 18 kilog.

En roulant avec le nouveau combustible, on ajoutait par chaque hectolitre de fraisil, les mêmes proportions de fondant qu'avec la braise. Le roulement du générateur et celui du four à gaz ont

(*) D'après M. Page, il y a environ 1 de braise et fraisil produit pour 9 de charbon, et ce dixième se compose de 6 de braise, 2 de fraisil tamisé et 2 de poussières.

été exactement les mêmes que dans les expériences qui précèdent. On a porté à $0^m,035$ de mercure la pression de l'air au générateur. Le four étant tout à fait froid, il a fallu 4 heures de marche pour le porter au blanc soudant, et on l'y a maintenu pendant 4 heures consécutives sans qu'il soit survenu la moindre variation dans son allure. On a soudé des lopins et plusieurs barreaux. La consommation en fraisil tamisé pendant les 8 heures a été de 26 hectolitres, soit par heure $3^{hect.},25$ pesant 58 kilog.

Cet essai a été répété deux jours après et a produit les mêmes résultats. Lorsqu'on veut arrêter le feu, on débarrasse le creuset du générateur pour empêcher le laitier de s'y coaguler, on tasse du fraisil entre la tympe et la dame, et l'on bouche les tuyères. En ne laissant que trois ou quatre jours d'intervalle entre la suspension et la reprise, il n'y a pas le moindre dérangement dans l'allure du générateur.

Analyse des gaz combustibles.

On les a aspirés au moyen d'un trou ménagé à la partie inférieure du tuyau V. Trois expériences ont donné les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)
Acide carbonique.	0,45	0.59	0,50
Oxyde de carbone.	33,63	32,74	33,51
Hydrogène.	2,55	4,29	1,52
Azote.	63,37	62,38	64,47
	100,00	100,00	100,00
Oxygène p. 0/0 vol. d'azote. .	27,2	27,2	26,7

(1) (2) Gaz pris pendant le roulement à la

braise, la température du four étant celle du blanc soudant.

(3) Gaz aspiré pendant le roulement au fraisil tamisé, trois heures après la remise en feu (*).

J'ai fait une expérience particulière pour déterminer la proportion de vapeur d'eau entraînée par le gaz, en le faisant passer pendant l'aspiration à travers un tube à ponce sulfurique : pour un litre de gaz sec ramené à 0° et à $0^{m},760$ de pression, je n'ai obtenu que $0^{gr.},004$ d'eau, ou environ 0,5 p. 0/0 volumes de gaz sec. Ce résultat prouve que la presque totalité de l'eau hygrométrique du charbon s'échappe au dehors par suite de l'échauffement du cylindre chargeur au moyen de l'atmosphère gazeuse qui l'entoure. On remarquait effectivement qu'il sortait de ce cylindre une fumée blanche qui déposait de l'eau sur les corps froids.

Les analyses précédentes montrent que l'oxygène de l'air injecté se change complétement dans le générateur à gaz en oxyde de carbone. L'hy-

---

(*) Voici les données de ces expériences :

	(1)	(2)	(3)
Gaz pour l'analyse	1570 cc.	1565 cc.	1590 cc.
Baromètre	$0^{m},740$	$0^{m},736$	$0^{m},739$
Thermomètre	14°	15°	15°
Gaz ramené à 0° et à $0^{m},760$	1451,5 cc.	1436 cc.	1465 cc.
Acide carbonique	0,013 gr.	0,017 gr.	0,014 gr.
Produits de la combustion. Eau	0,030	0,050	0,018
Produits de la combustion. Acide carbonique	0,967	0,931	0,972
Produits de la combustion. Oxygène absorbé	0,368	0,369	0,365
Dosage direct de l'azote	63,5	62,0	63,1

drogène provient de la distillation du charbon et de la réaction de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur le charbon incandescent. La proportion en est notablement plus forte avec la braise qu'avec le fraisil, et cette circonstance tient sans doute à ce que le charbon le plus menu est celui qui a été soumis dans les meules à la température la plus élevée. La petite quantité d'acide carbonique que contient le gaz provient sans doute de la distillation du charbon ou de la décomposition de la pierraille calcaire qui s'y trouve mélangée en petite proportion.

Analyse des gaz après leur combustion dans le four à réverbère.

J'ai cherché à déterminer, dans les deux expériences suivantes, de quelle manière s'opère la combustion dans les fours. Le gaz brûlé a été aspiré par l'ouvreau ménagé dans la porte de travail au moyen d'un canon de fusil garni intérieurement d'un tube de porcelaine et préparé comme je l'ai indiqué précédemment. Il n'y avait pas de fer dans le four au moment de l'aspiration des gaz. J'ai obtenu :

	(4)	(5)
Acide carbonique. . .	16,89	16,71
Oxyde de carbone. . .	0,45	5,77
Hydrogène.	»	0,42
Oxygène libre.	2,63	»
Azote.	80,03	77,10
	100,00	100,00

(4) (*) Pendant l'aspiration, la flamme qui sort par l'ouverture de la première partie du four est jaunâtre et courte. Il ne sort pas de flamme par la deuxième porte.

(5) La flamme qui sort par l'ouverture de la porte est longue et présente une couleur bleue très-prononcée. Entre la deuxième porte du four et les platines en fonte il sort des flammes bleues abondantes.

Dans les deux expériences qui précèdent, j'ai cherché, en réglant la quantité d'air comburant, à produire les deux limites extrêmes que présente la combustion dans les fours à gaz. Il ne faut que très-peu d'habitude pour reconnaître, à l'aspect de la flamme qui sort du four en vertu de l'excédant de pression, s'il y a excès d'air ou excès de gaz combustibles dans l'appareil et dans les deux cas, on s'aperçoit bien vite que la température s'abaisse. Les différences dans la composition de l'atmosphère des fours, telles qu'elles sont indiquées dans les analyses (4) (5), correspondent à des apparences parfaitement distinctes dans son

(* Voici les données des expériences :

		(4)	(5)
		cc.	cc.
Gaz pour l'analyse		1565	1580
Baromètre		0m,736	0m,734
Thermomètre		11°	11°,8
		cc.	cc.
Gaz ramené à 0° et à 0m,760		1456,3	1444
		gr.	gr.
Acide carbonique		0,487	0,478
Produits de la combustion.	Eau	»	0,005
	Acide carbonique	0,013	0,165
	Oxygène	0,050	0,060
Dosage direct de l'azote		79,8	

allure, et il est facile de régler le volume de l'air, de façon à pouvoir se trouver à peu près à égale distance des deux limites extrêmes que ces analyses représentent, et à obtenir ainsi le maximum de température dépendant de la composition des gaz, de leur chaleur propre et de celle de l'air comburant.

Les résultats qui ont été obtenus de l'emploi de la braise et du fraisil tamisé, me paraissent tout à fait concluants, et mettent, je crois, hors de doute, la possibilité d'employer ces combustibles au travail du fer en les brûlant au moyen des appareils que j'ai indiqués, et qui suffisent déjà pour obtenir un roulement régulier et continu. Les dimensions et la forme intérieure du générateur éprouveront vraisemblablement des modifications, et il en est quelques-unes que l'expérience peut déjà me faire considérer comme convenables, et que je vais indiquer successivement.

Dans le générateur (*fig.* 1). Les gaz s'échappent par le tuyau T en vertu de la résistance qu'ils éprouvent à traverser le combustible menu qui remplit le cylindre chargeur. Ils se réunissent avant de s'échapper par le tuyau T dans l'espace annulaire compris entre le cylindre et la paroi de la cuve. Il est convenable de diminuer autant que possible leur vitesse dans cet espace, afin d'éviter l'entraînement des poussières dans les tuyaux et jusque sur la sole du four à gaz. On y arrivera en évasant de suite beaucoup la cuve à partir du sommet, et en rendant ensuite ses parois à peu près cylindriques. On pourra porter le diamètre au ventre à $1^{m},50$, ce qui augmentera beaucoup la capacité du générateur. Une caisse en fonte

d'une assez grande capacité, placée au bas du tuyau V produirait aussi la précipitation des poussières en diminuant la vitesse des gaz.

Il conviendra d'augmenter l'épaisseur de la maçonnerie en briques du générateur, afin de diminuer la perte de chaleur qui s'opère par le rayonnement de la surface extérieure et qui devient sensible après 8 ou 10 heures de roulement. Enfin on devra placer au-dessus du générateur une cheminée ouverte sur le devant et analogue à celle qui surmonte le gueulard des hauts-fourneaux, afin d'entraîner au dehors la petite quantité de gaz qui sort du cylindre en fonte, surtout au moment de la charge. Comme ce gaz renfermait une proportion considérable d'oxyde de carbone, il incommodait très-promptement les ouvriers chargeurs qui ne prenaient pas de précautions pour s'en garantir. Nous savons, en effet, par les expériences de M. Leblanc, que les asphyxies par la vapeur du charbon doivent être attribués à l'action de l'oxyde de carbone sur l'économie.

Nous avons essayé en dernier lieu de brûler dans le générateur le fraisil non tamisé, tel qu'on le ramasse sur les halles et sur les aires de carbonisation. On employait la même quantité de fondant qu'avec la braise. Le four à réverbère s'est échauffé aussi rapidement et au même degré que dans les cas précédents. Seulement, les gaz entraînaient une quantité notable de poussière de charbon qui produisait des étincelles au contact de l'air. La pression du vent au générateur a été portée à $0^m,04$ de mercure.

Les expériences avec le fraisil non tamisé ont été interrompues par une explosion qui eut lieu dans le générateur et projeta au dehors le fraisil

qui remplissait le cylindre chargeur. Comme cet appareil fonctionnait dans l'intérieur de l'usine, on n'a pas continué ces expériences de crainte d'incendie. Cette projection de fraisil au dehors est due bien certainement à la grande quantité d'humidité contenue dans le charbon employé qui avait été ramassé au dehors par un temps pluvieux. Il s'est développé dans le cylindre chargeur une grande quantité de vapeur qui n'a pu se dégager librement au dehors par l'obstacle que lui opposait le fraisil tassé, et qui a fini par produire une explosion. Celle-ci n'a eu du reste aucune conséquence grave. Avec du fraisil bien sec et un générateur recouvert d'une cheminée assez élevée, je crois qu'on pourrait sans aucun danger recommencer ces expériences sur le fraisil non tamisé, mais en faisant circuler les gaz dans des réservoirs, afin de condenser les poussières (*).

Depuis mon départ d'Audincourt, M. Page a fait établir un générateur disposé d'une manière peu différente de celui que j'ai décrit, et qui sert à chauffer un four de tôlerie. On n'emploie que du fraisil non tamisé. L'appareil fonctionne très-régulièrement et permet d'obtenir une température bien constante, ce qui est presque impossible dans les fours alimentés avec la flamme perdue des foyers d'affinerie. Toutes les fois que

(*) On pourrait employer aussi un régulateur à eau semblable à celui établi par MM. Thomas et Laurens, et qui se trouve décrit par MM. Flachat et Petiet (Traité de la fabrication du fer, tome 1, page 404). Le seul inconvénient de son emploi serait d'absorber la chaleur sensible des gaz qui est considérable, lorsqu'on brûle le charbon par de l'air seulement.

l'on a employé du fraisil mouillé, on a eu des explosions, et celles-ci ne se sont jamais produites avec du fraisil recueilli par un temps sec. Je n'ai pas du reste de renseignements plus précis sur la consommation et le roulement de l'appareil.

Les expériences décrites jusqu'ici ont été les seules où l'on ait pu comparer les données théoriques obtenues par l'analyse des gaz avec les résultats de la pratique. Toutes les expériences qui suivent ont été faites sur des fourneaux d'essai dont les dimensions et le mode de roulement sont comparables à ceux du générateur décrit plus haut, mais je me suis borné à l'analyse des gaz produits sans chercher à déterminer directement leurs effets calorifiques.

Un des générateurs de gaz que j'ai employés est représenté (*fig.* 4, *Pl. VIII*); c'est un fourneau à une seule tuyère. Voici ses principales dimensions :

Largeur au gueulard. . . .	0m,20
Largeur au ventre.	0m,50
Largeur devant la tuyère. .	0m,20
Hauteur de la cuve.	0m,70
Hauteur totale.	1m,60

Le vide intérieur du fourneau se compose de parties prismatiques et pyramidales qui présentent toutes un carré pour section horizontale. La buse par laquelle arrivait l'air avait 0m,005 de diamètre, et la pression variait entre 0m,030 et 0m,035 de mercure.

Cet appareil a servi à produire des gaz combustibles 1° au moyen de l'action simultanée de l'air et de la vapeur d'eau sur le charbon ; 2° au moyen du bois simplement desséché à l'air; 3° au moyen de la tourbe. Je vais indiquer successivement les

résultats obtenus dans ces trois séries d'expériences.

1° *Gaz obtenus par l'air et la vapeur d'eau.*

On a disposé deux buses dans la tuyère du générateur : l'une qui servait à l'introduction de l'air et dont j'ai donné tout à l'heure le diamètre ; l'autre par laquelle on faisait arriver de la vapeur d'eau et dont le diamètre était également de 0^m,005. La vapeur était fournie par un cylindre en fonte de 0^m,22 de diamètre intérieur, sur 1^m,30 de hauteur, placé verticalement au-dessus d'un petit foyer de chauffage. L'eau d'alimentation était introduite par un tube en siphon, muni d'un entonnoir à sa partie supérieure. La vapeur s'échappait par un tuyau en cuivre qui se recourbait plusieurs fois sur lui-même dans un petit four disposé au-dessus de l'orifice de sortie des gaz, de façon à pouvoir chauffer cette vapeur avant de la lancer dans le fourneau. Un robinet placé sur le tuyau permettait de régler convenablement l'introduction de la vapeur dont la pression dans le cylindre producteur n'était que de 0^m,025 de mercure supérieure à la pression atmosphérique.

Pendant toute la durée des expériences faites avec l'air et la vapeur d'eau, on n'a chargé que du charbon de bois dans le générateur.

En lançant dans le fourneau de l'air seulement, à la température ordinaire, la tuyère est d'un blanc éblouissant ; les gaz s'enflamment à leur sortie du générateur et produisent une flamme bleue avec quelques reflets rougeâtres. Leur température propre est suffisante pour déterminer la fusion de l'antimoine, mais seulement après six ou huit heures de feu, temps nécessaire pour

permettre à la maçonnerie du petit fourneau de s'échauffer.

Lorsqu'on introduit la vapeur, la tuyère devient immédiatement rouge de blanche qu'elle était auparavant. La température de la vapeur près de la tuyère était comprise entre 200 et 250°. Si la quantité en est un peu considérable, la flamme du générateur est nuancée de rouge. La température propre du courant de gaz s'abaisse. L'étain y fond encore, mais le plomb n'y fond plus, et en essayant la température avec un thermomètre à mercure, j'ai trouvé 240° environ. Tous ces essais, de même que les prises de gaz analysés, ont eu lieu au moment où les proportions respectives d'air et de vapeur demeuraient constantes, ce que l'on reconnaissait à la pression sur les buses et à la régularité dans l'allure du générateur. Ce résultat prouve déjà un abaissement considérable dans la température des gaz à leur sortie lorsqu'on emploie la vapeur. L'aspect de la tuyère et l'expérience suivante montrent également l'absorption de chaleur qui se produit dans le bas du fourneau. On a chargé, pendant quelques heures, par 5 kilog. de charbon, 1 kilog. de scories de forges bien coulantes; avec l'emploi simultané de l'air et de la vapeur, ces scories ne sont devenues que pâteuses, et il fallait les tirer hors du creuset avec le ringard : en supprimant la vapeur, la tuyère redevient blanche et les scories sont bientôt extrêmement liquides.

On brûlait moyennement dans le générateur $0^{\text{hect.}}40$ de charbon par heure.

L'analyse des gaz produits, soit avec l'air seulement, soit avec l'air et la vapeur employés ensemble, m'a donné dans trois expériences :

	(6)	(7)	(8)	Moyenne des nos 7 et 8.
Acide carbonique.	0,41	5,65	5,49	5,5
Oxyde de carbone.	33,04	27,62	26,70	27,2
Hydrogène. . . .	4,43	14,29	13,65	14,0
Azote.	62,12	52,44	54,16	53,2
	100,00	100,00	100,00	100,0

(6). (*) Le gaz correspond au roulement avec l'air seul. Sa composition ne diffère des résultats des analyses (1) (2) (3) que par une proportion un peu plus considérable d'hydrogène.

(7) (8). Gaz aspirés pendant le roulement avec l'air et la vapeur; la température de la vapeur près de la tuyère est d'environ 250°; l'œil de la tuyère est rouge.

La proportion de vapeur d'eau correspondante à 100 vol. de gaz sec a été trouvée dans trois expériences faites immédiatement après la prise des gaz :

	(6)	(7)	(8)
Vapeur d'eau pour 100 vol. gaz sec.	1,2	3,4	3,2

Les résultats qui précèdent établissent déjà que la décomposition de la vapeur par le charbon s'est constamment opérée dans mes expériences,

		(6)	(7)	(8)
(*) Gaz.		1580 cc.	1515 cc.	1560 cc.
Baromètre.		0m,736	0m,738	0m,741
Thermomètre.		14°	13°	11°
Gaz ramené à 0° et à 760°. .		1455 cc.	1404 cc.	1462 cc.
Acide carbonique.		0,012 gr.	0,157 gr.	0,159 gr.
Produits de la combustion.	Eau.	0,052	0,162	0,161
	Acide carbonique.	0,952	0,768	0,773
	Oxygène absorbé.	0,389	0,414	»

de façon à produire de l'hydrogène et de l'acide carbonique sans oxyde de carbone. On peut s'assurer, en effet, que les proportions d'oxyde de carbone et d'azote sont entre elles dans le rapport de 52,52 à 100, comme cela arrive pour le gaz provenant de l'action de l'air sur du carbone pur et en excès. Si l'on déduit de l'hydrogène total celui qui correspond au carbone dans l'expérience n° 6 et qui provient de la distillation du charbon, on trouve que le reste représente précisément le double de l'acide carbonique produit, comme cela doit arriver si la vapeur d'eau se décompose de la manière indiquée. Je reviendrai sur ce résultat qui est bien d'accord avec ceux que j'ai obtenus dans l'analyse des gaz des hauts-fourneaux, en comparant l'action réductive de l'oxyde de carbone avec celle de l'hydrogène.

On peut calculer, d'après les résultats des analyses, le volume de la vapeur d'eau introduite dans le générateur. Il correspond, par chaque litre de gaz, à deux fois le volume de l'acide carbonique, plus, la vapeur non décomposée, c'est-à-dire à

$$\frac{2 \times 5,57 + 3,3}{100} = \frac{14,14}{100}.$$

La quantité d'air correspondante à un litre de gaz :

$$= \frac{53,3}{79,2} = 0^{l.},67.$$

Les volumes d'air et de vapeur d'eau sont donc entre eux :: 1 : 0,215 dans le roulement qui correspond aux analyses (7) (8).

L'effet calorifique produit par l'introduction de la vapeur d'eau dans le générateur est parfaite-

ment tranché et vient confirmer les déductions que j'avais tirées des expériences de Dulong sur les chaleurs de combustion (*Annales des mines*, tome XIX, page 441). Je reviendrai sur ce sujet à la fin du mémoire.

2° *Gaz produits par le bois en nature.*

Le bois employé est du gros rondin flotté, puis exposé à l'air depuis huit mois : il se compose d'environ 3/4 d'essences dures, et le reste en bois blanc. On l'a scié en bouts de 0m,12 de longueur. On en charge à la fois dans le générateur $\frac{1}{4}$ d'hectolitre pesant 8 kilog., et chaque charge descendait en 18 ou 20 minutes. On a commencé par introduire huit charges ou deux hectolitres pour remplir le fourneau, et l'on a donné le vent avec une pression de 2 cent. de mercure; l'air était froid : les gaz qui sortent du générateur produisent à l'air une flamme blanche très-volumineuse. La tuyère est d'un blanc éclatant, et on n'y aperçoit pas de morceaux de bois en nature. On n'a pas eu besoin d'ajouter de fondants. La température propre du courant de gaz qui sort du générateur est très-peu élevée. L'étain n'y fond pas, et une détermination de température, faite après dix heures de roulement continu, en plaçant au milieu du courant un thermomètre à mercure entouré d'un étui métallique, m'a donné 125°.

J'ai obtenu dans trois expériences les résultats suivants :

	(9)	(10)	(11)
Acide carbonique. . . .	9,55	6,67	7,80
Oxyde de carbone. . . .	29,45	32,21	32,59
Hydrogène.	9,46	10,30	10,13
Azote.	51,54	50,72	49,48
	100,00	100,00	100,00

(9). (*) Gaz aspiré deux heures après la mise en feu ; la flamme est blanche et trouble. Il se dépose beaucoup d'eau et de goudron dans les tubes d'aspiration.

(10). Gaz pris neuf heures après la mise en feu. Flamme blanche et trouble. Dépôt d'eau acide et de goudron dans les tubes d'aspiration.

(11). Gaz aspiré douze heures après la mise en feu, dans des circonstances semblables à celles de l'expérience précédente.

La proportion des produits liquides condensés dans un tube en U pesé contenant de l'acide sulfurique, a été déterminée dans deux expériences

---

		(9)	(10)	(11)
		cc.	cc.	cc.
(*) Gaz pour l'analyse. . .		1580	1570	1560
Baromètre		0^m,733	0^m,733	0^m,733
Thermomètre.		12°,5	16°	11°,5
		cc.	cc.	cc.
Gaz ramené à 0° et à 0^m,760.		1454	1430	1443
		gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.		0,275	0,189	0,228
Produits de la combustion.	Eau.	0,111	0,120	0,118
	Acide carbonique.	0,848	0,912	0,932
	Oxygène absorbé.	0,418	0,458	0,456
Azote dosé directement. . . .		52,5	51,6	51,3

Dans ces expériences, la perte de poids du tube à combustion indique un peu plus d'oxygène qu'il n'en faudrait si tout l'hydrogène était réellement à l'état de liberté. Ce fait semblerait annoncer qu'il y a dans le gaz de l'hydrogène combiné avec le carbone ; mais comme la proportion en serait, dans tous les cas, très-peu considérable, et comme les conclusions que j'ai à présenter sont indépendantes de la nature de ce composé, qui n'est peut-être pas du gaz des marais, je me suis borné à calculer mes expériences en admettant dans les gaz de l'hydrogène libre et de l'oxyde de carbone.

faites après les prises de gaz 10 et 11. Elles ont donné (*) :

	(10)	(11)
Produits liquides correspondant à 1 litre de gaz sec, à 0° et à 0m,760. . .	0gr.,442	0gr.,515

Ces produits liquides se composent d'eau acide et de goudron, et paraissent identiques avec ceux obtenus dans la distillation du bois en vase clos.

Je prendrai, pour représenter la composition des gaz produits dans les expériences précédentes, la moyenne des analyses 10 et 11, faites longtemps après la mise en feu, qui donne :

	(B)
Acide carbonique.	7,23
Oxyde de carbone.	32,40
Hydrogène.	10,26
Azote.	50,11
	100,00

Produits liquides sur 1 litre gaz sec. 0gr.,478.

L'expérience n° 9, faite deux heures après la mise en feu, donne des nombres un peu différents de la moyenne précédente. Ce résultat tient probablement à l'absorption de chaleur qui avait lieu par la maçonnerie du fourneau, en sorte qu'il restait une moindre quantité de chaleur disponible pour produire la distillation.

Pour pouvoir apprécier la manière dont s'opérait la distillation du bois dans le générateur, j'avais fait placer à différentes hauteurs dans la

	(10)	(11)
(*) Eau écoulée.	1l.,580	1l.,410
Différence de niveau.	0m,53	0m,550
Gaz ramené à l'état sec, à 0° et à 0m,760.	1360cc.	1191cc.
Produits liquides condensés.	0gr.,602	0gr.,614

maçonnerie, des tubes de porcelaine communiquant de l'intérieur à l'extérieur. Dans l'expérience suivante le gaz a été aspiré par le tube A placé à 0m,45 au-dessus de la tuyère. En l'ouvrant, le gaz est venu brûler à l'air avec une flamme bleuâtre. Il ne s'est déposé ni eau ni goudron dans le tube d'aspiration. L'analyse de ce gaz a donné (*) :

	(12)
Acide carbonique.	0,49
Oxyde de carbone.	33,70
Hydrogène.	1,81
Azote.	64,00
	100,00

Cette analyse prouve que l'oxygène de l'air se change complétement en oxyde de carbone avant d'arriver dans la région où le bois se distille. Cette distillation s'opère donc dans une atmosphère saturée de carbone et au moyen de la chaleur propre que conserve la colonne ascendante après la formation de l'oxyde de carbone. Si donc, nous déduisons dans la moyenne (B) ci-dessus, l'azote et l'oxyde de carbone correspondant (52,52 pour 100 d'azote), nous trouverons pour les produits de la distillation sur 100 vol. gaz sec :

Acide carbonique. . . .	7,23	30,7
Oxyde de carbone. . .	6,08	25,8
Hydrogène.	10,26	43,5
	23,57	100,0
Produits liquides sur 1 litre. .	0gr.,4787	2gr.,030

(*) Gaz pour l'analyse. . . . . . . 1550cc.
Baromètre 0m,732
Thermomètre. . . . . 12°
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. . . . . 1430cc.
Acide carbonique. 0gr.,104
Produits de la combustion. . { Eau. . . . . 0gr.,021 ; Acide carbonique. . . 0gr.,954 }
Azote (dosage direct). 63,6

On peut calculer la proportion de charbon produite par la distillation du bois dans les expériences qui précèdent, puisque cette quantité de charbon passe à l'état d'oxyde de carbone en se combinant avec l'oxygène correspondant à 50,11 d'azote ou 13,16. Pour 1 litre de gaz sec, on a donc :

				gr.
	$0^{l.},2632$ oxyde de carbone contenant, carbone :			0,1417
		lit.		
Produits de la distillation sur 1 litre.	Acide carbonique.	0,0723	pesant.	0,1431
	Oxyde de carbone.	0,0608	—	0,0756
	Hydrogène. . . .	0,1026	—	0,0091
	Gaz.	0,2357	—	0,2278
	Produits liquides.	»	—	0,4787

En admettant que le bois renferme 1 p. 0/0 de cendres, nous trouverons que 100 parties de bois ont donné en poids :

Charbon et cendres.	17,5
Gaz.	26,6
Matières liquides. . .	55,9
	100,0

Ces résultats diffèrent peu de ceux obtenus par Stoltz et qui sont rapportés par M. Berthier dans son traité des essais par la voie sèche (t. 1, p. 243). Seulement, la proportion de charbon laissée par distillation est plus faible ici que dans les expériences de Stoltz. Cela tient probablement à ce que la distillation s'opérant sans l'intermédiaire d'un vase et plus rapidement par conséquent que dans une cornue, devait laisser une moindre proportion de charbon ; il est aussi très-probable que les bois employés dans les deux cas n'étaient pas dans le même état de siccité et n'appartenaient pas aux mêmes essences.

Les $0^{gr.},1417$ de carbone correspondent à $0^{l},1316$ de vapeur de carbone et doivent dégager, d'après Dulong, 210 unités de chaleur en se chan-

geant en oxyde de carbone. La totalité des matières volatiles étant de 0gr.,7065, et leur expulsion absorbant la presque totalité de la chaleur propre de l'oxyde de carbone, on trouve que pour 1 gramme de matières volatiles, il y a eu 300 unités de chaleur employées, et que, par conséquent, la caloricité moyenne des produits de la distillation du bois ne serait qu'à peine la moitié de celle de la vapeur d'eau.

J'ai fait remarquer plus haut que la température propre du courant de gaz à sa sortie du générateur était très-peu supérieure à 100°. Ce résultat, rapproché des analyses précédentes, permet d'énoncer cette conclusion :

La quantité de chaleur absorbée par la distillation du bois simplement desséché à l'air est à très-peu près égale à celle développée par la transformation du carbone produit par cette distillation en oxyde de carbone.

Il convient de faire remarquer cependant que la conclusion énoncée ne s'applique qu'au cas où la proportion de charbon différerait peu de celle obtenue dans les expériences qui précèdent. Pour une distillation plus lente, la proportion de charbon serait plus considérable, et probablement il y aurait moins de chaleur absorbée par les produits volatils de la distillation. Le contraire aurait lieu pour une distillation plus rapide et qui laisserait un moindre résidu de charbon.

Je reviendrai, du reste, sur la conclusion posée ci-dessus lorsque je m'occuperai de la carbonisation du bois en meules. Je me contenterai de faire remarquer ici qu'elle explique, d'une manière bien satisfaisante, les circonstances que présente le roulement des hauts-fourneaux où l'on consomme une forte proportion de bois en nature. La carbonisation

de celui-ci s'opère complétement dans une zone du haut-fourneau, très-peu étendue en hauteur, et dans un temps très-court, ainsi que je l'ai montré dans des expériences directes faites sur les fourneaux de Vellexon et d'Audincourt (*). Cette zone se trouve placée à une certaine distance du gueulard et, dans toute la partie de la cuve qui lui est supérieure; le bois et les minerais n'éprouvent aucune espèce d'altération. La carbonisation a lieu dans une atmosphère non oxydante et sous des circonstances semblables à celles que présentait le générateur. Dans le cas où l'on n'emploierait que du bois en nature, et de l'air froid, cette distillation absorberait donc la totalité de la chaleur sensible que conserve la colonne gazeuse ascendante après la formation de l'oxyde de carbone à une petite distance de la tuyère. Il ne resterait donc plus de chaleur applicable à l'échauffement des minerais, à l'expulsion de leur eau de combinaison et de l'acide carbonique de la castine, à la fusion du métal et des gangues. Mais comme ces derniers effets se produiraient simultanément avec la distillation du bois, on conçoit que la zone où celle-ci s'opère s'abaisserait de plus en plus dans les fourneaux, dont toute la partie supérieure serait complétement refroidie. *A la limite*, on verrait le bois venir se brûler en nature devant la tuyère, et les minerais descendre du haut en bas du fourneau sans être préparés. Ce fait s'est présenté plusieurs fois. A Montagney (Doubs), en 1837, on a été obligé de vider à la pelle un haut-fourneau où l'on avait fini par ne charger que du bois vert comme combustible et qui s'était entièrement refroidi.

Les changements qui se produisent dans l'al-

(*) *Annales des mines*, t. XIV, p. 41, et t. XX, p. 395, 3e série.

lure des fourneaux par l'emploi du bois ne se font sentir qu'après un certain temps de roulement, et la raison en est facile à concevoir. Ordinairement on commence le fondage avec du charbon seul, auquel on substitue ensuite le bois progressivement. Dans le roulement au charbon, une partie de la chaleur sensible du courant de gaz sert à échauffer la maçonnerie du fourneau, et l'équilibre de température ne s'établit qu'après un temps assez long, car on sait qu'il faut des mois entiers pour qu'un fourneau arrive à sa *portée de minerai*. Si l'on substitue le bois au charbon, la cuve se trouve refroidie sur une certaine hauteur, et c'est alors l'enveloppe qui cède de la chaleur au lit de fusion, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse de nouveau. On a remarqué que c'était surtout à la fin des fondages que l'emploi du bois était avantageux, sans doute parce qu'il permettait d'utiliser une partie de la chaleur perdue dans la maçonnerie du haut-fourneau.

Les résultats les plus remarquables qui aient été obtenus de l'emploi du bois en nature, me paraissent être ceux du haut-fourneau d'Audincourt, qui a roulé pendant plusieurs semaines en ne brûlant que du bois vert flotté (*) : on l'a essayé à la fin d'un fondage au charbon et on a fini par ne porter que du bois vert dans les charges. La température de l'air était maintenue à près de 400°. A la reprise du fondage, on a recommencé à employer du bois jusqu'à substitution complète au charbon, en maintenant la température de l'air au même degré que précédemment, mais les résultats n'ont pas été avantageux. La nature des fontes obtenues était extrêmement variable, et le

(*) Voir le mémoire de M. Thirria, *Annales des mines*, 3e série, t. XVIII, p. 342.

fer qu'on en retirait était de mauvaise qualité. Pendant les expériences que j'ai faites en 1841, au fourneau d'Audincourt, on portait dans les charges à peu près volumes égaux de charbon et de bois vert. Mais depuis cette époque, on a complétement renoncé à son emploi, bien que l'usine d'Audincourt se trouve dans les conditions les plus favorables, le bois y arrivant par le flottage sur la rivière du Doubs. On a obtenu en supprimant le bois, une plus grande régularité dans la marche du fourneau sans augmentation dans la consommation du combustible. L'emploi, même partiel, du bois vert a été abandonné dans presque toutes les usines de la Franche-Comté. (Voir la note page 261).

Ces résultats s'expliquent d'une manière nette par les faits qui précèdent, et par ceux que j'ai constatés sur la composition du gaz des hauts-fourneaux. En effet, la distillation du bois vert opérée dans le haut-fourneau ne peut pas produire plus de 17 à 18 p. 0/0 de charbon, comme on l'a vu plus haut, et cette quantité est inférieure à celle que donnent de bonnes méthodes de carbonisation en meules. D'un autre côté, il est bien constant que les matières volatiles provenant de la distillation du bois, ne peuvent être d'aucune utilité pour la réduction du minerai, puisque celle-ci s'opère à peu près complétement, sans consommation de combustible, par l'oxyde de carbone produit nécessairement dans la partie inférieure du fourneau. Enfin, la distillation rapide du bois a l'inconvénient de donner en général un charbon peu cohérent, qui se brise et produit beaucoup de menu dans le fourneau, d'où résultent une distribution inégale du courant d'air à travers l'appareil et des chutes fréquentes de minerai.

On a reconnu généralement qu'il était indispensable d'employer de l'air fortement échauffé pour alimenter les hauts-fourneaux qui consomment une proportion considérable de bois en nature. Dans les essais faits à Audincourt avec du bois vert seul, la température de l'air était de 400°. La quantité de chaleur sensible apportée par l'air peut être considérée comme produisant à elle seule l'échauffement et la fusion des minerais, puisque la distillation du bois devait absorber tout le calorique sensible qui resterait au courant de gaz après la formation de l'oxyde de carbone, si elle avait lieu avec l'air froid. La température devant la tuyère est très-élevée par suite de l'échauffement de l'air, mais elle s'abaisse très-brusquement dans la région où le bois se distille. Si ces deux zones sont voisines, on conçoit que cette distribution de la chaleur dans le fourneau, jointe à la fréquence des chutes de minerais, doive produire des variations continuelles dans l'allure du fourneau et dans la nature des fontes.

L'emploi du bois desséché ou du charbon roux n'est pas sujet aux mêmes inconvénients que celui du bois vert. L'absorption de chaleur latente par le fait de la distillation est d'autant moindre, que la proportion des matières volatiles déjà enlevées est plus grande, tandis que la quantité de charbon laissée par carbonisation rapide est bien plus considérable et peut s'élever aux 25 ou 26 centièmes du poids du bois vert. On réalise ainsi une économie sur le combustible.

3° *Gaz produits avec la tourbe.*

La tourbe employée venait de Saint-Hippolyte (Doubs), où elle est exploitée sur les plateaux élevés du Lomont, le premier chaînon des monts

Jura. Elle est brune, et l'on y distingue encore beaucoup de parties herbacées. Depuis longtemps elle était conservée sous des hangars à la forge de Saint-Hippolyte, en sorte qu'elle était très-sèche. Elle est sous forme de briquettes carrées de 15 centim. de côté sur $0^m,025$ d'épaisseur. Par une dessiccation prolongée à 100°, elle perd encore 18 p. o/o de son poids.

L'analyse de cette tourbe par calcination a donné :

Charbon.	26,2
Cendres.	3,4
Matières volatiles. . .	70,4
	100,0

Cette tourbe est une des plus pures que l'on connaisse ; les cendres se composent presque entièrement de carbonate de chaux. On y trouve des traces de sulfate de chaux et d'oxyde de fer.

On a chargé cette tourbe dans le même générateur que le bois, et on a conduit la combustion avec la même pression sur le porte-vent : le gaz, qui sort du générateur, brûle à l'air avec une flamme blanche, épaisse et fuligineuse, qui répand une odeur très-désagréable. La température propre des gaz n'est pas suffisante pour produire la fusion du plomb, mais l'étain y fond très-promptement.

J'ai obtenu dans deux analyses (*) :

	(13)	(14)
Acide carbonique. . . .	7,32	10,79
Oxyde de carbone. . . .	22,63	21,04
Hydrogène.	5,92	9,36
Azote.	64,13	58,81
	100,00	100,00

(*) Voyez cette note à la page suivante.

La proportion des produits liquides pour un litre de gaz sec, à la température de 0° et sous la pression de 0m,760, a été trouvée de 0gr.,346 (**).

Les résultats des deux analyses qui précèdent diffèrent très-notablement l'un de l'autre. On peut remarquer ici que la totalité de l'oxygène de l'air n'est pas transformée en oxyde de carbone, comme cela arrivait quand on employait du bois. La quantité d'oxygène contenue dans l'oxyde de carbone équivaut à peu près aux 2/3 de l'oxygène correspondant à l'azote que renferme le gaz. Ce résultat prouve que le charbon de tourbe n'agit pas sur l'acide carbonique fortement échauffé, aussi rapidement que le charbon de bois qui le transformait complétement en oxyde de carbone sur une faible hauteur de combustible. C'est à l'action incomplète du charbon de tourbe sur l'acide carbonique produit devant la tuyère qu'il convient d'attribuer les différences observées dans

		(13)	(14)
(*) Gaz		1575cc.	1525cc.
Baromètre		0m,732	0m,730
Thermomètre		15°,5	15°
Gaz à 0° et à 0m,790		1435cc.	1390cc.
Acide carbonique		0gr.,209	0gr.,297
Produits de la combustion.	Eau	0gr.,068	0gr.,105
	Acide carbonique	0gr.,643	0gr.,579
	Oxygène absorbé	0gr.,296	0gr.,306
Dosage direct d'azote		64,5	59,1

(**) Voici les données de cette expérience :

Gaz aspiré	1l.,650
Diff. niveau	0m,530
Baromètre	0m,732
Thermomètre	15°,5
Gaz à l'état sec, à 0° et à 0m,760	1378cc.
Produits liquides	0gr.,477

la composition des gaz. Il est probable qu'avec un générateur de gaz d'une plus grande hauteur ou avec une moindre vitesse de vent, on serait arrivé à séparer les zones de combustion des zones de distillation, et à obtenir des résultats constants dans la nature des gaz produits.

Sous le rapport de la combustibilité, le charbon de tourbe se rapproche du coke. Les analyses des gaz du cubilot de Clerval (*) prouvent que l'air peut traverser une épaisseur de 1m.30 de coke sans qu'il y ait plus du tiers de l'oxygène transformé en oxyde de carbone, le surplus restant à l'état d'acide carbonique. Il paraît donc exister, à cet égard, de très-grandes différences entre les diverses espèces de charbons, mais il est assez difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de déterminer la cause de ces différences avec précision (**). Le charbon de bois une fois allumé, continue à brûler à l'air, sans le secours d'une source de chaleur extérieure. Le coke, dans les mêmes circonstances, s'éteint très-rapidement. La cause la plus vraisemblable de cette diversité d'action sur l'air et sur l'acide carbonique, paraît résider dans la porosité du combustible, et se trouve probablement liée aux phénomènes d'absorption des gaz par le charbon.

Ces différences bien constatées dans la combustibilité relative des charbons me paraissent pouvoir expliquer d'une manière satisfaisante celles que l'on observe dans leurs effets calorifiques.

(*) *Annales des mines*, t. XX, p. 411.

(**) Il y a à cet égard des différences très-notables dans l'action des charbons de bois d'essences diverses. Ceux produits par des bois tendres transforment plus rapidement l'acide carbonique en oxyde de carbone que les charbons durs.

Ainsi, l'on sait qu'avec un fourneau à vent ou une forge alimenté par du coke seul, de bonne qualité, on peut obtenir 10° pyrométriques de plus qu'en brûlant du charbon de bois. On a expliqué jusqu'ici cette différence, en admettant que la température est proportionnelle jusqu'à un certain point, à la quantité de carbone brûlée dans l'unité d'espace et l'unité de temps, et que cette quantité doit être d'autant plus considérable, que le combustible est plus dense. Or, cette conclusion est contraire aux résultats de l'expérience. Il est bien constant que, de tous les combustibles, c'est le charbon de bois qui transforme, dans le moindre espace, et toutes choses égales d'ailleurs, l'oxygène de l'air en oxyde de carbone, et, par conséquent, c'est avec ce combustible que la quantité de carbone brûlée dans l'unité de temps et l'unité d'espace est le plus considérable. Mais nous savons aussi que la température du courant gazeux atteint son maximum après la formation de l'acide carbonique, et diminue rapidement ensuite dans le changement de celui-ci en oxyde de carbone. Plus ce changement s'opérera promptement, et plus le lieu du maximum sera restreint. Si donc, on a placé dans le foyer la matière à échauffer dans un vase d'une certaine grandeur, dans un creuset, par exemple, la température qu'elle prendra ne sera qu'une moyenne des températures que possède le courant de gaz dans chacune des tranches horizontales qui correspondent à la hauteur totale du creuset. L'on conçoit que si cette hauteur suffit pour transformer une quantité considérable d'acide carbonique en oxyde de carbone, il en résultera nécessairement une différence très-grande de température

entre les deux tranches extrêmes, et par suite un abaissement dans la moyenne : telle me paraît être la véritable explication des effets relatifs du coke et du charbon de bois dans les fourneaux à vent et à soufflet qu'on emploie dans les essais par voie sèche. Dans les cubilots, on trouve de même, qu'il y a un avantage considérable, sous le rapport du poids du combustible consommé, à employer du coke plutôt que du charbon de bois. Cela tient évidemment à ce que, dans un cubilot alimenté au coke, il n'y a guère que le tiers de l'acide carbonique formé dans la partie inférieure de l'appareil qui se change en oxyde de carbone. Avec le charbon de bois, la transformation serait certainement complète, autant qu'on peut en juger d'après les expériences rapportées ci-dessus et celles que j'ai faites antérieurement sur les gaz des hauts-fourneaux et des feux d'affinerie. Avec le coke, il y a donc une quantité de carbone beaucoup moindre brûlée par le même volume d'air ; la température du courant s'abaisse beaucoup moins rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la tuyère et se trouve beaucoup plus élevée à sa sortie du fourneau.

Je trouve une nouvelle preuve à l'appui de l'explication que je donne de cette différence d'effets calorifiques produits par le charbon de bois et par le coke, dans les quantités relatives des deux espèces de combustibles brûlées dans les hauts-fourneaux pour produire le même résultat. Nous observons ici l'inverse de ce qui a été reconnu pour les cubilots, c'est-à-dire que l'on consomme en coke au moins moitié en sus du charbon de bois pour obtenir la même quantité de fonte. On admet encore généralement que la température des

fourneaux au coke est plus élevée que celle des fourneaux au charbon de bois. Dans ceux-ci, cependant, la température produite devant la tuyère est, comme je l'ai démontré précédemment, suffisante pour déterminer presque instantanément la fusion du fer forgé et de la porcelaine, et je ne vois aucune raison pour admettre que, dans les hauts-fourneaux au coke, la température puisse s'élever au-dessus de cette limite. Ici, la température de la colonne ascendante diminue moins brusquement, à mesure qu'on s'éloigne de la région du maximum, parce que la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone est plus lente qu'avec le charbon de bois, mais toutes les analogies prouvent qu'elle finira par être complète, en raison de la hauteur de colonne du combustible traversé et de sa haute température. On ne pourra donc pas réaliser, dans ce cas, l'économie qu'on a trouvée dans l'emploi du coke au cubilot. D'un autre côté, le coke contient toujours plus de cendres que le charbon de bois. A poids égaux, il développera donc une quantité de chaleur absolue moins considérable. Enfin, la plus grande hauteur de la zone oxydante, à partir de la tuyère, dans les fourneaux au coke, oblige de former des laitiers peu fluides, très-basiques, afin qu'ils protégent suffisamment les gouttelettes de fonte dans leur passage devant les tuyères. Ces deux causes expliquent la plus grande consommation de combustible dans les fourneaux au coke que dans ceux alimentés au charbon de bois.

Gaz produits par le bois à combustion renversée.

Dans les expériences ci-dessus, on a vu qu'en

lançant de l'air dans un petit fourneau à cuve alimenté exclusivement avec du bois, la distillation de ce combustible s'effectuait au moyen de la chaleur sensible conservée par le mélange d'oxyde de carbone et d'azote provenant de la partie inférieure de l'appareil. Les gaz renferment donc, à leur sortie du générateur, toutes les vapeurs que donne le bois à la distillation, en sorte qu'ils brûlent comme le bois, avec fumée. Dans les expériences qui suivent, je me suis proposé de transformer le bois en gaz combustibles sans mélange de vapeurs condensables ou de fumée, et j'ai employé pour cet objet le petit fourneau représenté *Pl. VIII*, *fig.* 5, que j'appellerai générateur à combustion renversée.

Dans cet appareil, le combustible est introduit dans la cuve A, dont le gueulard était maintenu exactement fermé dans l'intervalle de deux charges. L'air est lancé, comme à l'ordinaire, par une tuyère *t*, placée à la partie inférieure du fourneau A, mais les produits de la combustion, au lieu de s'élever verticalement, sont obligés de suivre le conduit C pour sortir à l'air libre, après avoir traversé $0^m,70$ d'épaisseur de charbon qui remplit la capacité B, dont la forme est celle d'un prisme droit à base carrée. Il en résulte que les produits de la distillation du bois qui ne commence à s'opérer dans le fourneau A qu'à une très-petite hauteur au-dessus de la tuyère, sont obligés de passer sous le vent de celle-ci et de traverser le combustible incandescent contenu dans le conduit C B. L'expérience a prouvé que, dans ce cas, les gaz qui se dégagent à l'orifice B ne renferment plus du tout de goudron.

Le vent était lancé par une buse de $0^m,005$ de

diamètre, sous une pression de 3 à 4 cent. de mercure. On l'arrêtait pour charger le bois dans la capacité A. La combustion devant la tuyère se faisait toujours avec une flamme rouge, par l'action directe de l'air sur des morceaux de bois à peine charbonnés à la surface. Les cendres du bois ne fondaient pas, et on les retirait de six en six heures par les ouvertures *d* et *e*. Quant au charbon contenu en B, on le chargeait, au fur et à mesure de son abaissement, de façon à ce que son niveau ne descendît pas à plus de 0m,10 de l'orifice de sortie.

En n'employant que du bois cru dans le foyer A, on a obtenu pour la composition des gaz les nombres suivants (*) :

	(15).	(16).	(17).	moyenne.
Acide carbonique. .	12,70	13,43	13,27	13,20
Oxyde de carbone. .	18,86	18,60	19,48	18,98
Hydrogène.	17,10	18,83	17,61	17,85
Azote.	51,34	49,14	49,64	49,97
	100,00	100,00	100,00	100,00
Vapeur d'eau pour 100 vol. gaz sec, à 0° et à 0m,760.	8,8			

(*) Voici les données de ces expériences :

		(15).	(16).	(17).
Gaz pour l'analyse.		cc. 1565	cc. 1585	cc. 1530
Baromètre.		0m,722	0m,720	0m,720
Thermomètre.		13°	14°	9°,5
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. . .		cc. 1419,1	cc. 1428,2	cc. 1400
Acide carbonique.		gr. 0,357	gr. 0,380	gr. 0,368
Produits de la combustion.	Eau.	0,196	0,217	0,199
	Acide carbonique. .	0,530	0,526	0,540
	Oxygène absorbé. .	0,368	0,375	0,364
Dosage direct d'azote.		50,8	49,2	50,1

La flamme qui se dégage à l'ouverture B est jaunâtre, mais sans aucune fumée. Il se condense un peu d'eau dans les tubes d'aspiration des gaz, mais cette eau n'est pas acide et ne contient pas une trace de goudron. Le charbon dans le fourneau carré paraît chauffé au rouge sombre et l'antimoine fond facilement dans le courant de gaz qui s'en dégage. En 10 heures, on a brûlé dans le générateur à combustion renversée $0^{m.c.},44$ de bois pesant 176 kilog. et $0^{m.c.},06$ de charbon pesant 15 kilog. dans le fourneau carré.

Les analyses suivantes se rapportent à des gaz obtenus lorsqu'on chargeait dans le générateur A des poids égaux de bois et de charbon (*).

	(18).	(19).
Acide carbonique. . . .	7,82	6,21
Oxyde de carbone. . . .	23,28	26,30
Hydrogène.	10,00	11,20
Azote.	58,90	56,29
	100,00	100,00
Vapeur d'eau pour 100 volumes de gaz sec. . .	6,8	2,4 1,7

Dans ces expériences, la couleur de la flamme du petit fourneau est un peu variable, tantôt bleuâtre à bords rouges, tantôt claire et jaunâtre. La quantité de combustible consommée en A a été par heure de 7 kilogr. bois et de 7 kilogr. charbon. La quantité de charbon brûlée dans la capacité B

Détermination des vapeurs d'eau :

Gaz aspiré.	1,400
Diff. niveau.	$0^{m},50$
Gaz sec à 0° et à $0^{m},760$.	1,182
Eau condensée.	$0^{gr.},085$

(*) Voir à la page suivante les données de ces expériences.

n'a été que de 2 kilogr. par 5 heures de roulement.

Enfin, en brûlant dans le générateur A, 2 parties de charbon et 1 de bois en poids, on a obtenu dans trois analyses :

	(20).	(21).	(22).
Acide carbonique. .	6,31	4,43	5,35
Oxyde de carbone.	24,82	27,24	26,54
Hydrogène.	9,27	10,35	11,47
Azote.	59,60	57,98	56,64
	100;00	100,00	100,00
Vapeur d'eau pour 100 vol., gaz sec, à 0° et à 0^{m},760.	2,3		

Pendant la durée du roulement correspondant aux trois dernières analyses, il ne se brûle qu'une quantité de charbon très-faible dans le fourneau B. L'aspect de la flamme est variable. Ces variations dans l'aspect du gaz, dans les expériences 18 à 22, tiennent au mélange de bois et de charbon qui ne peut s'opérer d'une manière assez intime pour

	(18).	(19).	(20).	(21).	(22).
(*) Gaz pour l'analyse.	cc. 1555	cc. 1565	cc. 1565	cc. 1530	cc. 1580
Baromètre.	m. 0,726	m. 0,731	m. 0,732	m. 0,720	m. 0,720
Thermomètre.	15°	10°,5	14°	9°,5	13°,5
Gaz ramené à 0° et à 0^{m},760. . . .	cc. 1408	cc. 1449	cc. 1432	cc. 1400	cc. 1425
Acide carbonique.	gr. 0,218	gr. 0,178	gr. 0,179	gr. 0,123	gr. 0,151
Produits de la combustion. — Eau.	0,113	0,131	0,107	0,117	0,132
Produits de la combustion. — Acide carbonique. . .	0,649	0,754	0,704	0,755	0,749
Produits de la combustion. — Oxygène absorbé. . .	0,335	0,366	»	0,374	»

Détermination d'eau. — Gaz aspiré.	l. 0,350	gr. 1,600	cc. 1370	cc. 1480
Détermination d'eau. — Différence niveau. . .	m. 0,20	m. 0,50	m. 0,30	m. 0,55
Détermination d'eau. — Gaz sec à 0° et à m. 0,760.	cc. 1166	cc. 1385	cc. 1185	cc. 1280
Détermination d'eau. — Eau condensée. . . .	gr. 0,065	gr. 0,026	gr. 0,016	gr. 0,025

que ces deux combustibles se brûlent toujours devant la tuyère dans les mêmes proportions relatives.

Les expériences 15, 16, 17, prouvent qu'on peut facilement transformer le bois cru en un mélange gazeux renfermant $\frac{36}{100}$ d'un gaz combustible formé de volumes à peu près égaux d'hydrogène et d'oxyde de carbone, et dans lequel les produits qui constituent la fumée ont complétement disparu. La quantité de charbon consommée est les $\frac{8}{100}$ environ du poids du bois. Quant au service de l'appareil A et à la nécessité de maintenir l'ouverture de chargement fermée, cela ne présente aucune difficulté. On peut faire varier les formes et les dimensions intérieures de ce fourneau, mais il devra toujours satisfaire à la condition que la distance de la tuyère au contrevent soit peu considérable, afin que les produits de la distillation du bois soient toujours forcés de passer sous le vent de la tuyère. Enfin on pourrait lui donner des dimensions assez considérables pour qu'il ne fût pas nécessaire d'ouvrir le gueulard à des intervalles rapprochés. La carbonisation ne commençant à s'opérer que dans le voisinage de la tuyère, il n'y a aucun inconvénient à ce qu'il reste un vide assez grand dans la partie supérieure de l'appareil, et on pourrait le disposer de façon à n'avoir besoin d'ouvrir le gueulard que toutes les 12 ou 24 heures seulement.

L'appareil que je viens de décrire peut être employé, non-seulement pour brûler le bois et d'autres combustibles analogues en lançant de l'air sur le gaz produit, mais encore pour certains usages métallurgiques. Ainsi, il y certains métaux qu'on ne cherche pas à obtenir par la fusion des mine-

rais grillés dans un fourneau à manche, parce que la haute température produite nécessairement devant la tuyère détermine la volatilisation d'une quantité considérable de métal. Je citerai par exemple l'antimoine qu'on est obligé de préparer dans des creusets. En chargeant au contraire le charbon en A et le minerai grillé en B, il est évident que la colonne de minerai serait traversée par un courant de gaz réducteurs et possédant une température qui n'atteindrait pas la chaleur blanche dans tous les points où elle se trouve en contact avec le minerai. Le métal pourrait se séparer ici, par une espèce de liquation, des gangues ou matières moins fusibles. Je ne fais qu'indiquer ici ce point de vue qui peut être susceptible d'application dans le traitement de quelques métaux.

La composition des gaz produits dans les expériences précédentes à combustion renversée, prouve que les proportions d'acide carbonique et de vapeur d'eau contenues dans les gaz, augmentent à mesure que la valeur calorifique du combustible brûlé diminue, et le résultat est la conséquence de l'absorption de chaleur latente produite par la conversion de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau en oxyde de carbone et hydrogène.

Dans les expériences (15, 16, 17), une partie seulement de l'oxygène de l'air projeté se change en oxyde de carbone, et ce fait est facile à concevoir d'après ce qui précède. Ici nous trouvons une vérification pour les résultats des analyses. En effet, le bois employé pouvant se représenter à très-peu près par du charbon et de l'eau, il faut qu'en retranchant de la totalité de l'oxygène com-

biné dans 100 vol. de gaz, celui qui correspond à 49,97 d'azote, on ait pour reste un volume moitié de celui de l'hydrogène. En faisant ce calcul sur la moyenne des 3 expériences indiquées, on trouve 9,56 d'oxygène pour 17,85 d'hydrogène, et 26,65 de vapeur d'eau pour 16,09 de vapeur de carbone, ou, en poids, 21,5 d'eau pour 17,2 de carbone. Or, la quantité de carbone comprend celle qui est brûlée dans le four carré B, et qui peut être évaluée très-approximativement à $\frac{1}{5}$ du carbone contenu dans le bois. En faisant cette correction, il reste pour les proportions respectives d'eau et de carbone contenus dans le bois, 21,5 et 13,8, ou 39 de carbone pour 61 d'eau, nombres qui diffèrent peu de ceux qu'on admet généralement pour représenter la composition du bois desséché à l'air à la température ordinaire.

La quantité de chaleur rendue disponible par la combustion du bois, au moyen de l'oxygène de l'air, a permis la décomposition d'une certaine quantité de vapeur d'eau et d'acide carbonique par le charbon. La composition des gaz produits montre que cette réaction n'a pas eu lieu d'une manière exclusive sur l'un de ces corps, puisque le gaz contient des volumes à peu près égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène, et de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau dans les rapports de 3 à 2. Si l'on compare ce résultat avec celui obtenu plus haut (exp. 7, 8) par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon, et avec ceux que présente dans les hauts-fourneaux l'action d'un mélange d'oxyde de carbone en grand excès et d'hydrogène sur l'oxyde de fer, on en déduit d'après quelles règles s'opère le partage de l'oxygène entre l'hydrogène et l'oxyde de carbone. Les ré-

sultats sont tout différents lorsqu'on fait varier les proportions respectives des deux gaz.

En effet, dans le haut-fourneau où l'oxyde de carbone est en grand excès par rapport à l'hydrogène, tout l'oxygène du minerai se porte sur le premier des gaz.

En faisant réagir à la fois de l'air et de la vapeur d'eau sur du charbon, nous avons vu que l'oxygène de l'eau formait de l'acide carbonique, sans doute parce qu'il y avait déjà une grande quantité d'oxyde de carbone dans le gaz formé par la réaction de l'air sur le charbon.

Enfin, dans les expériences qui précèdent (15, 16, 17), l'acide carbonique et la vapeur d'eau se sont décomposés simultanément par le charbon, de façon à produire des volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

Si l'on ajoute à ces résultats que l'acide carbonique est décomposé par l'hydrogène à une haute température, fait qui se trouve énoncé dans tous les traités de chimie, et que très-probablement l'oxyde de carbone en excès décomposerait la vapeur d'eau, en produisant de l'acide carbonique et de l'hydrogène, on en conclura que l'affinité *absolue* des deux gaz pour l'oxygène est à peu près la même et qu'il faut rapporter à des actions de masse la différence des résultats obtenus. Ces faits sont de même ordre et s'expliquent de la même manière que l'action de la vapeur d'eau ou de l'acide carbonique sur le fer incandescent, et l'action inverse de l'hydrogène ou de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de fer formé.

Résumé et conclusions.

Avant de récapituler les résultats de toutes les

expériences rapportées dans ce mémoire et d'en déduire quelques conclusions générales sur la production et l'emploi des gaz, je dois examiner de quelle manière la combustion s'opère dans le procédé actuel des fours à réverbère et à grille.

L'air qui produit la combustion est aspiré par une cheminée placée à l'arrière du four et traverse une grille sur laquelle se trouve une certaine épaisseur de combustible. Dans cet appareil, la quantité de chaleur utilisée est d'autant moindre que la température à laquelle doivent être soumis les corps à échauffer est plus élevée, par cette raison que les produits de la combustion, après avoir traversé la sole du four, doivent avoir encore une température supérieure à cette température limite.

Dans les opérations de la métallurgie du fer qui s'exécutent dans des fours à réverbère, la quantité de chaleur utilisée n'est qu'une faible fraction de celle développée par la combustion. Clément Desormes a constaté par expérience que dans les fours à réverbère employés à refondre la fonte, la quantité de chaleur utilisée n'était que les $\frac{2}{100}$ de celle produite. En calculant le même coefficient pour les fours à réchauffer le fer, on trouve que l'effet utile n'atteint pas les $\frac{5}{100}$ de la chaleur développée (*).

Il y a une autre portion de chaleur qui est nécessairement perdue par le rayonnement des parois du four, mais il est à peu près certain que

(*) J'admets que l'on brûle 0k.,6 de houille par kilogramme de fer à réchauffer, que la houille donne par kilogramme 6.000 unités de chaleur, que la chaleur spécifique du fer est de 0,114, et que la température à laquelle il doit être porté est de 1500°, d'après M. Pouillet.

les $\frac{90}{100}$ au moins sont entraînés dans la cheminée.

On est parvenu récemment à utiliser les flammes perdues des fours à puddler et à rechauffer pour produire de la vapeur, sans augmenter notablement la consommation des fours. La quantité de vapeur produite représente moyennement les 0,40 de l'effet utile du combustible consommé sur la grille du four (*). Ces résultats sont fort importants, mais il est un grand nombre d'usines où l'on n'a pas besoin de force motrice produite par un combustible, et où l'on cherche seulement à consommer le moins possible de houille pour obtenir un effet déterminé.

Dans les fours à grille, le coefficient d'utilisation ne peut varier que dans des limites restreintes. Pour une houille donnée, la température de combustion ne peut guère varier, puisqu'on ne peut changer ni la température du combustible, ni celle de l'air comburant. Il est évident que le *maximum* correspond à la transformation réciproque et complète de l'oxygène de l'air et du combustible solide en eau et acide carbonique, et que l'excès d'air ou de gaz non brûlés tende également à abaisser la température du courant. Cette condition est fort difficile à réaliser dans la pratique, parce qu'elle dépend de l'épaisseur du combustible sur la grille et de la vitesse de l'air qui la traverse. M. Péclet a conclu de ses expériences (**) que la quantité d'air qui échappait à la combustion était ordinairement égale à la moitié

(*) Voir les mémoires de MM. Flachat et Vuillemin. Ann. des mines, t. 17, 3e série, page 113, et 4e série, tome 2, p. 688.

(**) Traité de la chaleur, tome I, p. 299, 1re édition.

de la quantité totale et à $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ quand le tirage était très-fort. Cette circonstance seule tend à abaisser considérablement la température de combustion, et par conséquent à diminuer le coefficient qui représente la portion de chaleur utilisée sur la sole du four.

Les circonstances de la combustion dans un four à gaz sont bien différentes des précédentes. Cette combustion s'opère, comme on l'a vu, au moyen d'un courant d'air forcé, projeté par un grand nombre d'ouvertures sur le gaz combustible, et dans un espace très-restreint. Le mélange de l'air avec les gaz a lieu complétement à une petite distance de leur entrée dans le four. Les analyses (4) (5), des gaz brûlés pris dans l'intérieur du four ont établi, contrairement à ce qui arrive dans les fours à grille, qu'il était facile d'introduire exactement la quantité d'air nécessaire pour brûler le gaz. La combustion s'opérant ici sous pression, la totalité de la chaleur que conserve le gaz après son passage sur la sole du four peut être utilisée sans nuire à la marche de l'appareil. On peut l'employer notamment pour élever la température de l'air comburant et celle du gaz combustible.

Le tableau suivant qui résume la composition des gaz produits dans les diverses séries d'expériences (à l'exception de celles à combustion renversée), permettra d'apprécier l'influence du réchauffage de l'air et des gaz sur les températures de combustion et sur la quantité de chaleur utilisée. (Les gaz sont supposés dépouillés de vapeur d'eau (*).)

(*) Pour calculer les nombres contenus dans le tableau, j'ai employé le procédé suivant :

Les produits du poids d'un litre de gaz par la chaleur

	A. Roulement au menu charbon, air froid. Exp. 1, 2, 3.	B. Charbon, air froid, vapeur à 250°. Exp. 7, 8.	C. Bois vert, air froid. (10) (11).	D. Tourbe, air froid. (13) (14).
(1) Composition des gaz sur 1 litre. a. Azote.	0,634	0,532	0,501	0,615
b. Oxyde de carbone.	0,333	0,272	0,324	0,219
c. Acide carbonique.	0,005	0,056	0,072	0,090
d. Hydrogène.	0,028	0,140	0,103	0,076
Total.	1,000	1,000	1,000	1,000
(2) Température des gaz à leur sortie du générateur.	500° ?	240°	125°	300
(3) Vapeur de carbone sur 1 litre de gaz.	0l.,169	0l.,164	0l.,198	0,154
(4) Air nécessaire à la combustion sur 1 litre de gaz.	0l.,87	0l.,99	1l.,02	0l.,71
(5) Quantité de chaleur que prend 1 litre de gaz pour passer de 0° à 300°.	105,0	104,4	105,6	105,9
(6) Quantité de chaleur prise par l'air comburant pour passer de 0° à 300°.	90,3	102,9	105,3	73,7
(7) Total des colonnes (5) et (6)	195,3	207,3	210,9	179,6
(8) Chaleur de combustion sur 1 litre de gaz.	1.129,9	1.289,6	1.336,5	923,3
(9) Total des colonnes (7) et (8).	1.325,2	1.496,9	1.547,4	1.102,9
(10) Température de combustion, l'air et les gaz étant à 0°.	1.815°	1 852°	1.910°	1 551°
(11) Température de combustion (l'air et les gaz étant chauffés à 300°).	2.117°	2,150°	2.210°	1,853°
(12) Quantité de chaleur utilisée dans les fours, en admettant que la température du courant s'abaisse à 1.500°. Air et gaz à 0°.	198,9	243,6	287,5	30,3
Air et gaz à 300°.	386	452	497	210

(Voir la suite de la note précédente à la page suivante.)

J'ai supposé pour calculer les nombres contenus dans la dernière colonne du tableau que la température des gaz, après leur combustion, pouvait

---

spécifique de ce gaz ou la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température d'un litre sont respectivement :

Air	0,346
Azote.	0,348
Acide carbonique. .	0,437
Oxyde de carbone.	0,358
Hydrogène.	0,293
Vapeur d'eau. . . .	0,686

On a représenté par a, b, c, d, les volumes d'azote, d'oxyde de carbone, d'acide carbonique et d'hydrogène contenus dans un litre de gaz.

Le volume d'oxygène nécessaire pour la combustion d'un litre de gaz sera $\frac{1}{2}(b+d)$, et celui de l'air correspondant $\frac{1}{2}(b+d)\frac{100}{20,8} = 2,40\ (b+d)$.

Soient t, t' les températures du gaz et de l'air comburant (dans les calculs ci-dessus on a supposé $t = t' = 300°$). Les quantités de chaleur sensible qu'ils possèdent seront respectivement :

Pour le gaz, $t\,(0,348a + 0,358b + 0,437c + 0,292d)$.

Pour l'air, $2,40\,t'\,(b+d) \times 0,346 = 0,830\,t'\,(b+d)$.

On sait que l'hydrogène et l'oxyde de carbone dégagent sensiblement la même quantité de chaleur sous le même volume, soit 3.130 unités par litre de gaz. La quantité de chaleur produite par un litre du mélange gazeux sera $3.130\,(b+d)$.

Les produits de la combustion d'un litre de gaz par l'air seront :

Volume de la vapeur d ;

Id. de l'acide carbonique $b + c$;

Id. de l'azote, $a + 2,40\,(b+d) - \frac{1}{2}(b+d) = a + 1,90\,(b+d)$.

Et la température de combustion sera donnée par la formule :

$$\theta = \frac{3130\,(b+d) + t\,(0,348\,a + 0,358b + 0,437c + 0,293\,d) + 0,830\,t'(b+d)}{0,686\,d + 0,437\,(b+d) + 0,348\,(a + 1,90\,(b+d))}.$$

s'abaisser à 1500° par le contact des matières placées sur la sole du four.

Je ferai remarquer de plus que les nombres qui représentent les températures de combustion ne sont qu'approximatifs, puisqu'ils ont été calculés en supposant les chaleurs spécifiques des gaz constantes aux différentes températures, ce qui n'est probablement pas exact.

L'examen du tableau qui précède nous permet d'énoncer les conclusions suivantes.

1° En produisant des gaz au moyen du charbon et de l'air froid, l'oxygène de l'air se change complétement dans les circonstances de nos expériences en oxyde de carbone. La température propre des gaz qui s'échappent du générateur est supérieure à celle de la fusion de l'antimoine.

Aussitôt qu'on introduit de la vapeur d'eau avec l'air, la proportion des gaz combustibles augmente dans le mélange gazeux, mais sa température à la sortie du générateur s'abaisse. Ce résultat est une conséquence nécessaire de l'absorption de chaleur latente produite par la décomposition de la vapeur d'eau au contact du charbon (*). La quantité de vapeur qu'on peut

(*) En admettant, comme cela résulte des expériences (7) (8), que la vapeur d'eau produise de l'acide carbonique et de l'hydrogène, on en déduit que, pour 1 litre de vapeur de carbone (1gr.,077), il y a 4 litres de vapeur d'eau décomposée, production de 2 litres d'acide carbonique et de 4 litres d'hydrogène. Or, la combustion du carbone a dû produire 7858 unités de chaleur. Mais comme les 4 litres d'hydrogène formés dégageraient 12.520 unités par leur combustion, on en déduit que l'absorption de chaleur latente correspondante à 1 litre vapeur carbone, serait 4.662 unités. On peut, d'après cela, calculer quel doit être l'abaissement produit, dans la température du gaz

introduire dans le générateur est nécessairement limitée et dépend de la quantité de chaleur disponible dans l'appareil. Elle sera d'autant plus grande que la quantité de chaleur sensible apportée par l'air et la vapeur seront plus considérables. Avec de l'air et de la vapeur fortement échauffés, on peut évidemment parvenir à charger le gaz d'une proportion considérable de gaz combustibles, tout en conservant au gaz sortant une même température (240°).

On trouve en consultant le tableau que la quantité de carbone brûlée en employant de la vapeur est un peu moindre pour un litre de gaz produit, que si l'on n'emploie que de l'air (16,4 au lieu de 16,9), et en même temps que la quantité de chaleur produite par la combustion d'un litre de gaz s'élève de 1130 à 1290, c'est-à-dire de 12 p. 0/0. Ce résultat tient, comme je l'ai déjà fait remarquer, à ce que la chaleur propre que conserve le gaz à la sortie du générateur, dans le roulement à l'air seul, est absorbée en partie et transformée

---

sortant du générateur, par la quantité de vapeur d'eau décomposée dans les expériences B ci-dessus. En effet, la quantité de carbone, brûlée par la vapeur d'eau, a été de $0^{l}.,028$, puisqu'il y a eu $0^{l}.,056$ d'acide carbonique produit. La quantité de vapeur d'eau décomposée a été $4 \times 0,028 = 0^{l}.,112$, et l'absorption de chaleur correspondante $0,028 \times 4.662 = 130,5$.

La quantité de chaleur sensible apportée par la vapeur, qui était chauffée à 250°, sera $0,112 \times 0,686 \times 250 = 19,2$. En admettant 0,350 pour la quantité de chaleur prise par un litre de gaz pour s'échauffer de 1°, on trouve que l'abaissement de température sera : $\frac{130,5 - 19,2}{0,350} = 318°$, nombre qui ne diffère pas beaucoup de celui que donne l'expérience et qui serait la différence entre 500° et 240°.

en chaleur de combustion. La température de combustion reste à peu près stationnaire, ce que l'on doit attribuer à l'élévation du chiffre qui représente le calorique spécifique de la vapeur d'eau, mais pour arriver à la température de 1500°, les produits de la combustion cèdent une quantité de chaleur qui varie de 386 à 452 par litre de gaz, et l'on voit que l'avantage est encore ici du côté du gaz produit avec la vapeur d'eau.

Le seul inconvénient que présente la vapeur d'eau consiste, comme nous l'avons vu, dans le refroidissement qu'elle occasionne devant la tuyère et qui peut être tel que des matières fusibles à une température basse, comme les scories de forges, ne s'y fondent plus. Si l'on n'employait que des charbons très-purs, comme le charbon de bois, cette circonstance serait peu importante, parce qu'il n'en résulterait pas d'engorgement dans le générateur de gaz, mais il n'en serait pas de même pour des menus charbons ou pour des combustibles minéraux. Mais il me paraît facile de maintenir devant la tuyère une température très-élevée, tout en conservant au produit gazeux sa richesse en principes combustibles. Il suffirait, pour cela, d'introduire la vapeur par un orifice particulier situé à 40 ou 50 centimètres au-dessus de la tuyère à air. Son effet chimique serait le même. Seulement il y aurait un abaissement brusque de température dans la région du fourneau où la vapeur serait introduite et qui devrait être d'autant plus éloignée de la tuyère à air que la transformation de l'oxygène de l'air en oxyde de carbone, au moyen du combustible employé, serait moins rapide.

L'action de la vapeur d'eau, sur la température

de la colonne ascendante, serait tout à fait comparable à celle que produit la distillation du bois et qui détermine aussi un abaissement brusque dans la chaleur propre du courant.

Il y a nécessairement avantage à ce que la chaleur sensible du courant de gaz combustible, à sa sortie du générateur, soit aussi faible que possible. On évitera ainsi la perte de chaleur qu'éprouverait le courant avant d'arriver au four, et la quantité de chaleur qu'il pourra prendre à la flamme perdue du four sera d'autant plus grande que sa température initiale aura été moins élevée. Cette quantité de chaleur, ainsi que celle prise par l'air comburant, forment une fraction assez considérable de la chaleur de combustion totale. La température de combustion croît rapidement à mesure qu'on augmente la quantité de chaleur sensible apportée par l'air et les gaz. Il en est de même de la quantité de chaleur utilisée sur la sole. *La vitesse d'échauffement* des corps solides qui s'y trouvent placés, croît aussi avec une très-grande rapidité, à mesure que la différence entre les températures de combustion et la température limite qu'il s'agit de produire augmente.

J'ai indiqué 300° pour la température de l'air. Il est facile d'arriver à ce degré de chaleur dans l'appareil placé à la suite du four, mais il ne serait pas convenable de le dépasser. En élevant davantage la température, les tuyaux de fonte rougissent et le métal se détache par écailles; il y a de même une oxydation assez considérable à l'intérieur des tuyaux. La température des gaz peut être facilement portée à 300°, et on pourrait peut-être dépasser cette limite, parce qu'il n'y a pas à craindre d'oxydation à l'intérieur des tuyaux.

La quantité de chaleur non utilisée pourra encore être employée : 1° à produire de la vapeur pour le générateur ; 2° à chauffer cette vapeur, ainsi que l'air employé à la production du gaz, afin de pouvoir augmenter la proportion de vapeur injectée.

2° Les gaz produits avec le bois cru (C) ne possèdent à leur sortie du générateur qu'une température très-peu élevée : il ne serait donc pas convenable d'employer ici de la vapeur d'eau. Leur composition nous apprend que si on parvenait à les débarrasser des produits liquides de la distillation du bois, ils développeraient par leur combustion une température supérieure à celle des gaz du charbon. C'est la présence de ces matières qui s'oppose à ce qu'on puisse obtenir de l'emploi du bois, dans les fours à réverbère, une température très-élevée, parce que l'eau y domine et que sa chaleur spécifique est très-considérable. Je crois qu'on pourrait arriver sans difficulté à dépouiller les gaz du bois de la presque totalité de ces produits, en les faisant circuler avant de les employer dans des chambres et des conduits d'un volume suffisant pour déterminer la condensation des vapeurs. Ce serait en même temps un moyen fort économique et fort simple de préparer l'acide acétique du bois et le goudron, qui pourraient devenir des produits accessoires importants. Il ne me paraît pas douteux, d'après les résultats qui précèdent, que la transformation du bois en gaz ne puisse être substituée avec une grande économie à l'emploi direct de ce combustible, dans toutes les circonstances où l'on a pour but de produire une température très-élevée.

3° La composition des gaz produits avec la tourbe est bien différente de celle des gaz de la

distillation du bois, et j'ai attribué ce résultat inattendu à ce que la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone n'étant pas encore complète, lorsque la colonne ascendante arrive dans la région de la distillation. En augmentant la hauteur du générateur ou en diminuant la vitesse de la colonne ascendante,, il est bien probable qu'on arriverait à séparer nettement les deux zones et à obtenir des résultats semblables à ceux fournis par le bois. On serait donc conduit à substituer la combustion des gaz produits par la tourbe, après condensation des vapeurs, à sa combustion directe sur la grille du four à réverbère.

J'ai constamment cherché, dans toutes les expériences qui précèdent, à produire des gaz par l'action directe de l'air seul ou mêlé de vapeur d'eau sur le combustible en excès. La distillation des combustibles en vases clos produit aussi des gaz, mais elle laisse un résidu qui renferme ordinairement la plus grande partie du carbone qu'ils contiennent. Ce moyen ne permettrait donc pas de transformer complétement le combustible en gaz. En outre, le service des appareils serait fort incommode, et il serait très-difficile de faire pénétrer jusqu'à leur centre la quantité de chaleur nécessaire pour effectuer la distillation.

NOTE de la page 231.

Le tableau suivant indique les résultats du roulement du haut-fourneau d'Audincourt quand il consommait du bois et du charbon ou du charbon seul. Le haut-fourneau avait été remis en feu en février 1841, et son roulement a été arrêté le 1er octobre 1842.

MOIS.	CONSOMMATIONS.									TOTAL DU PRODUIT. FONTE.	MIS AU MILLIER.								
1824	Bois.	Charbon.	Braise.	Laitier de feu de forges.	Castine.	Scories.	Minerais en grains.	Minerais en roche.	Total général des mines.		Charbon.	Bois.	Braise.	Laitier.	Scories.	Castine.	Mine en grains.	Mine en roche.	Total des mines.
	st.	hect.	hect.	hect.	hect.	hect.	hect.	hect.	hect.	kil.	hect.	st.	hect	hect.	hect.	hect.	hect.	hect	hect.
Janv.	302	4.348	543,5	14,15	95,03	40,20	1.340,23	434,80	1.775,03	128.845	33,76	2,34	4,21	0,10	0,31	0,73	10,40	3,37	13,77
Févr.	299	4.280	361	53,50	85,60	»	1.356,55	428,00	1.784,55	120.141	35,53	2,23	4,44	0,44	»	0,71	11,26	3,55	14,81
Acût.		5.255	535,5	210,20	136,63	»	1.209,35	472,95	1.682,30	132.335	39,70	»	4.04	1,59	»	1,40	9,13	3,58	12,71
Sept.		4.995	119	199,80	131,81	»	1.171,50	483,05	1.654,55	127.683	39,12	»	0,93	1,56	»	1,03	9,17	3,78	12,95

On voit par ce tableau que 2st.,34 de bois n'équivalaient qu'à 6 hectolitres de charbon ou environ 0,25 de leur volume, en comparant les résultats du mois de janvier à ceux du mois d'août. La comparaison du mois de février avec le mois de septembre donne encore des résultats moins favorables à l'emploi du bois.

L'hectolitre de charbon pesant 230 kilogr. et celui de braise 180 kilogr., on voit que la consommation en charbon pour le mois d'août n'a été que de 98 p. 0/0 de fonte.

RECHERCHES

Sur la carbonisation du bois;

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

Toutes les méthodes au moyen desquelles on opère la transformation du bois en charbon peuvent se diviser en deux classes. Dans l'une, le bois reçoit la chaleur nécessaire à sa distillation par l'intermédiaire d'un corps solide qui le renferme, en sorte que le charbon n'est en contact qu'avec les produits de la distillation. C'est la carbonisation en vases clos. Dans la deuxième classe, se rangent tous les procédés dans lesquels on introduit, au milieu de la masse du bois à carboniser, une quantité d'air limitée, de manière à brûler une partie du combustible pour distiller l'autre. La carbonisation s'opère ici sans l'intermédiaire d'un vase, et la chaleur se transmet directement du courant de gaz échauffé au combustible.

La carbonisation en vases clos est évidemment la méthode la plus simple et celle qui doit donner la plus forte proportion de charbon, lorsqu'elle sera convenablement conduite. Les résultats en sont en tout comparables à ceux obtenus dans de nombreuses expériences de laboratoire.

La théorie de la carbonisation, dans les diverses méthodes par combustion incomplète, présente, au contraire, un grand nombre de points indécis. Ainsi, par exemple, on ne sait pas si l'air se brûle par les produits de la distillation du bois ou par le charbon, si son oxygène passe dans cette com-

bustion, à l'état d'acide carbonique ou à l'état d'oxyde de carbone. On n'a pas non plus de notions positives sur la distribution de l'air dans l'intérieur de la meule, sur la manière dont la carbonisation s'y propage. La solution de ces différentes questions est cependant indispensable pour pouvoir apprécier, en connaissance de cause, la valeur des nombreuses modifications proposées au procédé de la carbonisation en meules dans le but d'obtenir, soit un plus fort rendement en charbon, soit un combustible analogue au charbon roux.

J'ai pensé que l'analyse des gaz qui se dégagent des évents pratiqués à la surface de la meule permettrait d'éclaircir quelques-uns des points dont je viens de donner l'indication. J'ai exécuté les expériences qui font le sujet de ce mémoire à l'usine d'Audincourt où l'on fabrique sur place une grande quantité de charbon au moyen du bois flotté sur le Doubs.

Le procédé ordinaire de la carbonisation en meules a subi à Audincourt quelques modifications qui sont maintenant d'un usage régulier et qui ont augmenté très-notablement le rendement en charbon. Voici en quoi elles consistent : on sait que les meules à charbon sont établies ordinairement sur une aire plane, et qu'on ménage au centre et sur toute la hauteur de la meule, une cheminée dans laquelle on verse du charbon allumé, puis du bois menu, afin de mettre la meule en feu. Des évents pour faire entrer l'air sont déjà ménagés à la base et sur tout le pourtour de la meule. La cheminée reste ouverte pendant un certain temps, afin que tout le centre du tas puisse entrer en ignition. Cette combus-

peut être considéré comme composé de $\frac{3}{4}$ d'essences dures et $\frac{1}{4}$ d'essences tendres.

1° Ancienne méthode. Meules de 150 à 180 stères. Bois de 1^{m},33 de longueur.

2° Même méthode. Aire plane. Meules de 28 à 35 stères. Bois scié en bouts de 0^{m},67 de longueur.

3° Meules de 28 à 35 stères. Bois scié de 0^{m},67 de longueur; emploi de la chaudière en briques.

Indication des procédés.	Nombre de stères de chaque meule	Nombre de meules.	Stères de bois consommés.	Produits. Charbon.	Produits. Braise.	Mise au 100 hect. de charbon et braise. Bois.	Produit par 100 de bois en volume.
				hect	h.	stères.	
1°. Ancienne méthode.	150 à 180	39	6.686 $\frac{1}{4}$	23.856	570	27,38	36,52
2°. Places simples.	28 à 35	20	669	2.555	90	25,29	39,55
3°. Places à courants.	28 à 35	41	1.303	5.508	190	22,86	43,73

Il y a, comme on le voit, un avantage considérable à employer les modifications que je viens d'indiquer dans le travail de la carbonisation, et en 1842, on n'a plus carbonisé sur le port d'Audincourt que par le procédé des places à *chaudière*, mais on a reconnu qu'on pouvait sans inconvénient porter à 50 ou 60 stères le volume du bois à carboniser dans une opération.

L'avantage des petites meules sur les grandes consiste, toutes choses égales d'ailleurs, surtout dans la plus grande facilité qu'a l'ouvrier de sur-

veiller et de conduire son fourneau. L'emploi des places à chaudière au lieu des places simples permet d'éviter le remplissage qui doit avoir lieu à plusieurs reprises par la cheminée de la meule, pendant la première partie de l'opération. Néanmoins il est douteux que le procédé des places à chaudière puisse être suivi en forêt, où le lieu de la carbonisation se déplace continuellement, et où, par conséquent, l'établissement d'une chaudière en briques et des conduits souterrains qui y aboutissent serait un embarras pour le charbonnier. Il paraît en outre que dans les terres très-humides, comme celles où l'argile prédomine, il est difficile d'allumer convenablement la meule au moyen du feu qu'on fait dans la chaudière.

Les expériences qui suivent ont toutes été faites sur des meules à chaudière, mais comme la conduite du feu est la même dans toutes les méthodes, une fois que la carbonisation proprement dite commence, les conclusions que j'en tirerai pourront être généralisées et appliquées à toutes les méthodes de carbonisation en meules.

Les gaz ont été aspirés dans un flacon rempli d'eau et d'huile et analysés d'après les procédés que j'ai décrits précédemment. La proportion des produits condensables a été déterminée à part dans des expériences spéciales.

J'ai analysé les gaz qui s'échappent des évents de dégagement lorsque la fumée est abondante et épaisse, ce qui arrive pendant les premières heures à partir de l'ouverture des évents, et vers le moment où ils se ferment naturellement, quand la fumée est claire, bleuâtre et peu abondante.

J'ai obtenu les résultats suivants dans neuf expériences faites sur plusieurs meules différentes.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
cide carbonique. .	25,57	26,68	27,23	25,89	28,34	21,26	23,51	23,28	23,08
xyde de carbone. .	8,68	9,25	7,67	9,33	15,17	5,18	5,00	5,88	6,04
ydrogène.	9,13	10,67	11,64	9,28	8,87	8,84	4,89	13,53	14,11
zote. . . .	56,62	53,40	53,46	55,50	47,62	64,72	66,60	57,31	55,77
otaux. . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Gaz (*) aspiré dans un évent pratiqué au tiers de la hauteur de la meule, deux jours après la mise en feu. La meule est de 60 stères. L'évent est ouvert depuis six heures et donne une fumée blanche, épaisse et assez abondante. Il se dépose beaucoup d'eau et de goudron dans les tubes d'aspiration. Un thermomètre à mercure enfoncé de 0^{m},10 dans le trou et retiré après 8 minutes marque 260°.

(2) Gaz pris sur la même meule, 24 heures après le précédent. Évent ouvert depuis une heure seulement. Fumée blanche très-épaisse et très-abondante.

(3) Gaz aspiré 24 heures après le n° 2 et sur la même meule, dans un évent ouvert à 0^{m},60 du sol depuis une heure seulement. Fumée blanche très-épaisse. Température essayée au thermomètre à mercure : 230°.

(4) Pris à 0^{m},60 du sol sur un fourneau de 35 stères, quatre jours après la mise en feu. Il sort

(*) Voir à la page suivante les données de ces expériences.

par cet évent une fumée blanche, très-abondante et très-épaisse.

(*)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Gaz pour l'analyse.	cc. 1.535	cc. 2.560	cc. 1.565	cc. 1.600	cc. 1.590	cc. 1.584	cc. 1.575	cc. 1.537	cc. 1.565
Baromètre.	m. 0,732	m. 0,717	m. 0,725	m. 0,725	m. 0,722	m. 0,718	m. 0,727	m. 0,725	m. 0,720
Thermomètre.	16°	18°	14°	9°	14°	14°,5	12°	18°,5	16°
Gaz ramené à 0° et à 0m,760.	cc. 1.396,5	cc. 1.381	cc. 1.415,6	cc. 1.506	cc. 1.423	cc. 1.438	cc. 1.443,3	cc. 1.373	cc. 1.496,4
Acide carbonique.	gr. 0,707	gr. 0,730	gr. 0,763	gr. 0,772	gr. 0,807	gr. 0,599	gr. 0,672	gr. 0,633	gr. 0,636
Produits de la combustion. Eau.	0,103	0,119	0,133	0,113	0,103	0,110	0,057	0,150	0,159
Produits de la combustion. Acide carbonique.	0,240	0,258	0,215	0,278	0,432	0,146	0,143	0,160	0,167
Produits de la combustion. Oxygène absorbé.	0,184	0,181	0,199	»	0,244	0,137	0,096	0,186	0,198
Dosage direct d'azote. . . .	58,7	53,8	54,0	54,2	49,4	62,9	65,9	58,8	56,2

(5) Gaz aspiré à $0^m,30$ de distance du sol, 18 heures avant la fin de la cuisson et dans la même meule que le n° 4. Fumée blanche et épaisse.

(6) Gaz aspiré dans un évent ne produisant plus qu'une fumée peu abondante, bleuâtre et transparente, à $0^m,60$ du sol, 36 heures avant la fin de la cuisson. Cette expérience a été faite sur une autre meule que les deux précédentes.

Les trois expériences 4, 5, 6, ont été faites en 1841.

(7) Gaz aspiré dans la même meule que le n° 1, 18 heures après. Les évents sont percés à $0^m,30$ au-dessous de ceux correspondants au gaz n° 1. Il sort par le trou une fumée blanche peu épaisse. Il est ouvert depuis quatre heures au moment où l'aspiration a eu lieu.

(8) Gaz aspiré cinq heures après le précédent et dans le même évent. La fumée est claire et très-peu abondante. Un thermomètre plongé à $0^m,10$ de profondeur a marqué après 10 minutes 250°.

(9) Gaz aspiré sur la même meule que le précédent, 24 heures après, et dans un évent qui ne produisait plus qu'une fumée très-peu abondante, bleuâtre et presque transparente.

La proportion des produits liquides contenus dans les fumées a été déterminée d'une manière peu différente de celle que j'ai déjà indiquée. On faisait plonger dans l'évent un bout de tube étroit long de $0^m,10$ qui communiquait avec un tube à chlorure de calcium long de $0^m,25$. Celui-ci était mis en communication par un tuyau en plomb avec un flacon aspirateur à couche d'huile. Le volume de l'eau écoulée permet de calculer celui

du gaz correspondant à l'augmentation de poids du tube à chlorure de calcium.

J'ai obtenu dans trois expériences :

	(A)	(B)	(C)
Produits liquides, sur 1 litre de gaz sec, à 0° et à 0m.,760 (*).	gr. 0,987	gr. 1,068	gr. 0,531

A. Event à 1 un mètre du sol, ouvert depuis une heure. Fumée blanche, épaisse.

B. Gaz pris 3/4 d'heure après le précédent dans un évent placé au même niveau. Fumée blanche, très-abondante.

C. Gaz aspiré dans un évent à 1 mètre du sol, ne donnant plus qu'une fumée bleuâtre et presque transparente. La cuisson est fort avancée dans cette partie de la meule.

Pour tirer des résultats qui précèdent quelques conclusions relatives à la théorie de l'opération, je ferai remarquer d'abord que la proportion d'acide carbonique est toujours beaucoup plus considérable que celle de l'oxyde de carbone, et que l'oxygène contenu dans le dernier gaz ne représenterait guère en moyenne que $\frac{1}{4}$ de celui correspondant à l'azote. Il est donc évident déjà que la majeure partie de l'oxygène contenu dans l'air

(*) Voici les données :

	(A).	(B).	(C).
Eau écoulée.	1l.,120	1l.,080	1l.,640
Différence de niveau. . . .	0m,25	0m,42	0m,48
Baromètre.	0m,732	0m,732	0m730
Thermomètre.	12°	13°	14°
Gaz ramené à l'état sec, à 0° et à 0m,760.	0l.,992	0l.,936	1l.,400
Augmentation du poids du tube à chlorure.	0gr.,979	1gr.,000	0gr.,743

introduit dans la meule passe seulement à l'état d'acide carbonique. Mais il est facile de prouver, par d'autres considérations, que la totalité de l'oxygène de l'air est transformée en acide carbonique sans mélange d'oxyde de carbone.

Si nous reprenons, en effet, les résultats des analyses, et si nous supposons que tout l'oxygène correspondant à l'azote s'y trouve à l'état d'acide carbonique, nous trouverons en retranchant l'azote et l'acide carbonique correspondant dans chaque analyse, les nombres suivants.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Acide carbonique.	10,70	12,66	13,06	11,32	15,84	4,32	6,02	8,23	8,46
Oxyde de carbone.	8,68	9,25	7,67	9,33	15,17	5,18	5,00	5,88	6,04
Hydrogène. . . .	9,13	10,67	11,64	9,28	8,87	8,84	4,89	13,53	14,11
	28,51	32,58	32,37	29,93	39,88	18,34	15,91	27,64	28,61

Ou sur 100 parties :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Acide carbonique.	37,5	38,8	40,3	37,8	39,7	23,5	37,8	29,8	29,6
Oxyde de carbone.	30,4	28,4	23,6	31,2	38,0	28,2	31,4	21,2	21,1
Hydrogène. . . .	32,1	32,8	36,1	31,0	22,3	48,3	30,2	49,0	49,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

J'ai comparé ces résultats à ceux que donne l'analyse des gaz produits par la carbonisation en vases clos. On a placé dans un cylindre en fonte de $0^m,22$ de diamètre intérieur sur $1^m,50$ de longueur, 10 kilog. de bois de rondin scié en bouts de $0^m,15$ de longueur. Une des bases du cylindre était fermée; l'autre était recouverte d'une plaque de fer munie d'un trou pour laisser sortir les produits de la carbonisation. Le cylindre ainsi préparé a été introduit dans un des fours de la tôlerie d'Audincourt où la température peut s'élever au rouge cerise. Il s'est dégagé d'abord beaucoup de

vapeur d'eau, puis une fumée épaisse et piquante, et le gaz à fini par s'allumer à l'ouverture ménagée dans la base du cylindre en donnant une flamme bleuâtre. Après une heure et demie on a retiré le cylindre du four. On a trouvé 2$^{kil.}$,5 pour le poids du charbon, en sorte que le bois a rendu 25 p. o/o de son poids. Ce charbon était en petits fragments, friable et d'une facile combustibilité. Essayé par calcination, il a perdu 9, 4 p. o/o de son poids.

La composition des gaz produits a été déterminée de la même manière que dans la carbonisation en meules. Le gaz était aspiré au moyen d'un tube plongeant de 1 décimètre dans le cylindre. J'ai obtenu dans deux expériences (*).

	(10)	(11)
Acide carbonique. .	44,9	29,2
Oxyde de carbone. .	36,8	24,9
Hydrogène.	16,8	44,2
Azote et perte.	1,5	1,7
	100,0	100,0

(*) Voici les données de ces expériences :

		(10)	(11)
Gaz pour l'analyse.		1.440$^{cc.}$	1.176$^{cc.}$
Baromètre.		0^{m},736	0^{m},735
Thermomètre.		15°,5	14°
Gaz ramené à 0° et à 0^{m},760. . .		1.317$^{cc.}$	1.080$^{cc.}$
Acide carbonique.		gr. 1,171	gr. 0,625
Produits de la combustion.	Eau.	0,179	0,386
	Acide carbonique.	0,960	0,533
	Oxygène.	0,527	0.536

Dans l'expérience n° 10, il y a un peu plus d'oxygène absorbé par la combustion qu'il n'en faudrait pour faire de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Cela tient probablement à ce qu'un peu de vapeur huileuse a échappé

(10) Le gaz est aspiré ½ heure après l'introduction du cylindre dans le four. Il sort par l'orifice une fumée blanche, épaisse, irritante et non inflammable. Une grande quantité d'eau et de goudron se condense dans les tubes d'aspiration.

(11) Gaz aspiré une heure 20 minutes après le commencement de la carbonisation. Le gaz sortant du cylindre brûle spontanément à l'air avec une flamme bleue, mais il est encore opaque et blanc dans le flacon aspirateur, par suite de la présence d'une certaine quantité de vapeurs huileuses.

J'ai déterminé la proportion des produits liquides de la distillation dans une seule expérience faite immédiatement après l'aspiration du gaz n° 10 et j'ai obtenu (*):

Produits liquides sur 1 litre gaz sec, ramené à 0° et à 0m,760.	D. 2gr.,812

Cette proportion de produits liquides correspond au commencement de la distillation.

Si l'on compare les nombres qui viennent d'être obtenus avec ceux trouvés plus haut pour la carbonisation en meules, on verra se confirmer le résultat que j'ai annoncé relativement à la ma-

---

à la ponce sulfurique. Les nombres obtenus dans toutes les analyses faites sur les gaz de la carbonisation en meules portent à conclure qu'il n'y a dans les gaz permanents de la distillation du bois que de l'hydrogène sans mélange d'hydrogène carboné.

(*) Gaz aspiré.	0l.,750
Différence de niveau.	0m,20
Baromètre.	0m,736
Thermomètre.	15°
Gaz sec à 0° et a 0m,760. .	0l.,665
Produits liquides condensés.	1gr.,870

nière dont l'oxygène de l'air agit sur le combustible. En retranchant comme nous l'avons fait, dans chaque analyse, l'azote et l'acide carbonique correspondant, le reste représente la composition des gaz produits par distillation et donne des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux de la distillation en vases clos. On voit, dans les deux cas, la proportion de l'hydrogène augmenter beaucoup à la fin de la distillation en même temps que l'acide carbonique et l'oxyde de carbone diminuent. Je ferai remarquer ici qu'il y a identité entre la composition des gaz produits à la fin de la distillation en vases clos (11) et les résultats des expériences (8) et (9), faites sur les gaz qui indiquent l'achèvement de la carbonisation dans la partie de la meule d'où ils se dégagent. L'analogie est moins complète entre les résultats de l'expérience n° 10 et ceux qui correspondent aux fumées blanches et épaisses dans la carbonisation en meules (expérience 1 à 7). La différence entre les résultats (1 à 7) et ceux des expériences (8, 9) est beaucoup moindre qu'entre ceux des expériences 10 et 11. Cela tient sans doute à ce que les produits qui se dégagent au moment de l'ouverture des évents ne correspondent pas intégralement à du bois dont la distillation commence, mais bien à un combustible dont le degré d'altération est variable. L'apparition des fumées claires indique au contraire que l'air ne traverse plus qu'un combustible de composition uniforme, et les résultats de la distillation doivent alors être bien comparables à ceux obtenus dans la même période de la carbonisation en vases clos.

Les proportions respectives d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'hydrogène dans les gaz

de la carbonisation en vases clos, étant à très-peu près les mêmes que dans les gaz de la carbonisation en meules, après la soustraction de l'azote et de l'acide carbonique correspondant, nous pouvons tirer de ce fait les deux conclusions suivantes, qui me paraissent fondamentales pour la théorie de l'opération.

1° L'oxygène de l'air qui pénètre dans la meule par les évents d'admission, se change complétement en acide carbonique, sans mélange d'oxyde de carbone.

2° L'oxygène de l'air se porte en entier sur le charbon déjà formé et son action est nulle sur les produits de la distillation du bois, en sorte que celle-ci s'opère de la même manière qu'en vases clos.

Ces deux principes, une fois posés, nous permettent d'apprécier assez nettement ce qui se passe dans la carbonisation en meules. Nous avons vu qu'on allumait la meule par le centre et que l'on conduisait l'opération en perçant des évents du sommet à la base du cône. La carbonisation s'opère donc du haut en bas, et du centre à la circonférence. La surface de séparation entre le charbon déjà formé et le bois me paraît être celle d'un tronc de cône renversé dont l'axe serait le même que celui de la meule, et dont l'angle irait constamment en augmentant à mesure que la carbonisation s'approcherait de la base de la meule. Cette manière de concevoir la marche de l'opération me paraît s'accorder en tous points avec les résultats des analyses qui précèdent et avec les circonstances que présente la carbonisation. En effet, pour concevoir que l'oxygène de l'air se change seulement en acide carbonique, il faut

nécessairement admettre que l'air ne traverse pas une épaisseur un peu considérable de charbon incandescent, et qu'ainsi la combustion du charbon s'opère constamment à la surface de séparation entre le charbon produit et le bois incomplétement carbonisé. Le refroidissement dû à l'absorption de chaleur latente produite par la distillation du bois s'oppose à ce que l'acide carbonique, premier produit de la combustion, puisse se changer en oxyde de carbone, car on sait que cette transformation a besoin, pour s'effectuer, d'une température élevée.

Il est facile de concevoir comment l'air doit constamment circuler entre le charbon déjà formé et le bois incomplétement carbonisé. Cette surface de séparation correspond évidemment au maximum de vide qui existe dans la meule. Le tassement qui s'opère pendant la carbonisation est produit par l'affaissement et la rupture du charbon qui, une fois formé, n'est plus assez résistant pour supporter le poids de la partie supérieure de la meule. D'un autre côté, le bois en se carbonisant éprouve une forte contraction. On conçoit donc comment il doit y avoir une grande solution de continuité entre le charbon et le bois incomplétement carbonisé, mais encore assez résistant pour ne pas se briser. Il est donc tout naturel que le tirage s'établisse le long de cette surface de séparation. Je dois aussi faire remarquer que les évents de dégagement cessent de donner des gaz, quand la carbonisation est achevée dans la partie de la meule qui leur correspond, sans que le charbonnier soit obligé de les boucher, et ce fait prouve bien que le charbon une fois formé et ayant pris son tassement, n'est plus guère perméable au courant de gaz.

On peut comparer ce qui se passe dans la carbonisation en meules avec le résultat qu'on obtient lorsqu'on transforme complétement l'oxygène de l'air en oxyde de carbone et que la chaleur sensible conservée par le courant de gaz sert pour carboniser le bois. Ceci a lieu lorsqu'on injecte de l'air forcé dans un petit fourneau à cuve alimenté par du bois en nature. J'ai donné dans un précédent mémoire (1) les détails de cette expérience qui m'a permis de tirer cette conclusion : *la quantité de chaleur absorbée par la distillation du bois simplement desséché à l'air est à très-peu près égale à celle développée par la transformation du carbone produit par cette distillation en oxyde de carbone.*

Je rappellerai ici que la température des gaz et des vapeurs, à leur sortie du générateur, n'était que de 125°, et que l'on avait consommé 17,5 de charbon passé à l'état d'oxyde de carbone pour distiller 100 parties de bois et expulser 82,5 de principes volatils, ou 21,2 de charbon pour 100 parties de matières volatiles.

Pour comparer ces résultats avec ceux de la carbonisation en meules, je ferai remarquer que la moyenne de la composition des gaz des évents ne correspondra pas à la moyenne de toutes mes expériences, parce que la fumée bleuâtre et presque transparente qui correspond aux analyses 6, 7, 8, 9, est très-peu abondante et ne se dégage que pendant peu de temps. On se trouvera beaucoup plus près de la vérité en prenant la moyenne des expériences 1 à 5 qui correspondent à un déga-

(1) Voir même volume, page 227.

gement de vapeurs abondant et soutenu régulièrement pendant un long espace de temps. Si l'on prend cette moyenne et celle des expériences A et B pour la proportion des produits liquides, on trouve :

Acide carbonique.	26,74
Oxyde de carbone.	10,02
Hydrogène.	9,92
Azote.	53,32
	100,00

Produits liquides sur 1 litre de gaz. 1gr.,027

En retranchant l'azote et l'acide carbonique correspondant, on trouvera sur 1 litre de gaz :

Azote.	0l.,5332		
Acide carbonique.	0 ,1400	contenant carbone.	0gr.,0756
	0l.,6732		

		l.		gr.
Produits de la distillation.	Acide carbonique.	0,1274	poids	0,252
	Oxyde de carbone.	0,1002	—	0,124
	Hydrogène.	0,0992	—	0,009
		0,3268		
	Poids des gaz.			0,385
	Produits liquides.			0,027
Total des matières expulsées par distillation. .				1,412

Pour expulser 1 gramme de matières volatiles, on a donc consommé dans la carbonisation en meules 0gr.,0535 de carbone, c'est-à-dire les 0,252 seulement de la quantité consommée lorsqu'on emploie la chaleur sensible de l'oxyde de carbone pour carboniser le bois. En déduisant ce coefficient des expériences de Dulong sur les chaleurs de combustion, on trouverait 0,20, puisque les quantités de chaleur dégagées par la formation

de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, au moyen de la même quantité de carbone, sont dans le rapport de 1 à 5. Mais il faut noter que la chaleur sensible des gaz et des vapeurs qui se dégagent des évents des meules s'est toujours trouvée comprise entre 230° et 260°, tandis que, dans le fourneau à cuve, la température des gaz n'était que de 125o à leur sortie de l'appareil. On doit remarquer aussi que la composition chimique des produits de la distillation n'est pas tout à fait la même dans les deux cas, puisque le résidu de charbon qu'elle fournit est bien moindre dans le fourneau à tuyère que dans la carbonisation en meules. Mais l'accord est bien satisfaisant et l'on peut en conclure que, par la comparaison des résultats de la carbonisation en meules avec ceux obtenus par la combustion du bois dans un fourneau à cuve, on serait arrivé directement à la démonstration de ce fait, que l'acide carbonique absorbe une grande quantité de chaleur latente en se transformant en oxyde de carbone.

En comparant la composition des produits de la distillation dans les deux cas, lorsqu'on opère en meules ou dans le fourneau à cuve (Voir le mémoire cité, page 227) on trouve :

	Produits de la distillation en meules.	Produits de la distillation dans le fourneau à cuve.
Acide carbonique.	39,0	30,7
Oxyde de carbone.	30,6	25,8
Hydrogène.	30,4	43,5
	100,0	100,0
Poids du litre. . .	1gr.,178	0gr.,996
Produits liquides sur 1 lit. de gaz sec.	3gr.,142	2gr.,020

La différence qu'on observe entre la composition des deux gaz tient à deux causes principales : 1° à ce que, dans le petit fourneau à cuve, l'analyse représente la composition des produits volatils qu'abandonne le bois pour se transformer en charbon pur, tandis que dans les meules on laisse dans le charbon 10 à 12 p. 0/0 de matières volatiles à peu près entièrement gazeuses et dans lesquelles l'hydrogène est très-dominant ; 2° à ce que la distillation s'opérant plus rapidement dans le petit fourneau à cuve que dans les meules ou en vases clos, il y a moins de charbon produit et moins de matières volatiles liquides dans les produits de la distillation.

Nous venons de voir que dans la carbonisation en meules, la proportion de charbon consommée était de 0gr.,0756 pour 1gr.,412 de produits volatils (1). Si l'on admet que la quantité de charbon formée par distillation soit les 25 p. 0/0 du poids du bois, comme on l'a trouvé par la carbonisation en vases clos, il est facile d'en déduire que, sur 25 de charbon produit, il s'en brûle postérieurement à la distillation 4 p., en sorte que l'opération devrait donner 21 p. de charbon pour 100 p. de bois.

Nous pouvons déterminer la caloricité moyenne des produits de la distillation. En effet, pour 0gr.,0756 de carbone passé à l'état d'acide carbo-

(1) J'ai supposé, dans tout ce qui précède, que l'oxygène de l'air ne fournit que de l'acide carbonique; comme son action s'exerce sur du charbon formé qui retient encore une proportion notable d'hydrogène et d'oxygène, il est probable que la réaction n'est pas tout à fait aussi simple que je l'ai supposé, mais cela ne change en rien les conséquences que j'ai déduites de mes expériences.

nique, il y a 550 unités de chaleur dégagées, et comme le poids total des produits de la distillation est de 1$^{gr.}$,412, il en résulte que pour 1 gr. de matières volatiles, il y a eu 389 unités de chaleur absorbées. Cette quantité de chaleur est notablement plus forte que celle trouvée pour les produits de la distillation dans le fourneau à cuve, et cette différence tient sans doute aux mêmes causes que les différences observées dans la composition des gaz.

Il est facile de concevoir comment, dans la carbonisation en meules, l'oxygène de l'air doit se porter sur le charbon déjà formé plutôt que sur les produits de la distillation. Les gaz sont accompagnés d'une proportion trop considérable de vapeurs peu ou point combustibles et dont le calorique spécifique est trop fort pour que leur inflammation soit facile. Nous avons vu, dans la carbonisation en vases clos, que les gaz ne devenaient combustibles que dans la dernière période de la distillation. On sait aussi que le charbon de bois devient plus combustible par une calcination ménagée. Tous ces faits sont bien d'accord avec les résultats que j'ai tirés de mes expériences.

La distillation lente du bois produit, comme on sait, et toutes choses égales d'ailleurs, une proportion de charbon bien plus grande que la distillation rapide. Celle-ci fournit une proportion de charbon d'autant plus grande, jusqu'à une certaine limite, que la quantité de bois soumise à l'expérience est plus considérable ; enfin, on sait que la dessiccation préalable du bois permet d'obtenir une proportion de charbon plus forte que celle qu'on pourrait retirer du bois vert. Ces résultats me paraissent faciles à expliquer.

Chacun des principes organiques immédiats qui entrent dans la composition du bois éprouve, à un certain degré de température, une altération d'où résulte un produit pyrogéné fixe, un produit pyrogéné volatil et un dégagement de gaz provenant de la combustion d'une partie du carbone et de l'hydrogène par l'oxygène contenu dans le bois. Pour chaque température il s'établit un certain équilibre; à une température plus élevée, l'équilibre est détruit de nouveau, et il y a formation de nouveaux produits pyrogénés, les uns fixes, les autres volatils, jusqu'à ce qu'enfin il ne reste plus que du charbon pur. Si nous opérons à une température bien graduée et maintenue constante pendant un temps suffisant, chacune de ces modifications dans l'état des composés organiques pourra avoir lieu jusqu'au centre du morceau de bois, de façon à produire un nouvel agrégat homogène, et sans qu'il y ait réaction entre les produits de la distillation qui viennent du centre du morceau sur les produits fixes qui se trouvent à la surface. Si, au contraire, le combustible est placé dans un milieu entretenu à une température très-élevée, comme cela a lieu dans la carbonisation rapide, il arrivera que les couches extérieures du bois seront à un état d'altération très-avancé lorsque le centre sera encore à l'état naturel. Il pourra donc y avoir réaction entre les produits de la distillation venant du centre sur le charbon déjà formé à la surface et qui se trouve maintenu par le rayonnement des parois du vase à une température élevée. Cette réaction donnera lieu à des gaz, hydrogène, acide carbonique et oxyde de carbone, et à une perte correspondante sur le charbon. Les différences qu'on observe

dans le rendement que donne la distillation du bois, dans différentes circonstances, me paraissent devoir être attribuées à ce que les produits primitifs de cette distillation, qui sont les mêmes dans tous les cas, réagissent plus ou moins, en raison de la température du milieu ambiant, sur le charbon déjà formé. Cette circonstance ne permet pas, quant à présent, de tirer de la composition des gaz de la carbonisation en vases clos, quelques conséquences théoriques sur leur mode de production. Le seul résultat qui puisse en être déduit paraît être que la proportion d'hydrogène libre dans les gaz est beaucoup plus considérable à la fin de la distillation que dans le commencement, tandis que les proportions respectives d'acide carbonique et d'oxyde de carbone n'éprouvent pas de changements notables. Le même fait peut se constater sur les gaz de la distillation en meules, sauf quelques anomalies.

L'explication de la conduite de l'opération dans les diverses méthodes de carbonisation en tas où l'on sacrifie une partie du combustible pour distiller l'autre, me paraît pouvoir se déduire sans difficulté des deux conséquences principales que j'ai tirées de mes expériences. Ainsi il faut que l'air destiné à la combustion entre constamment dans le tas à la séparation entre le charbon formé et le bois incomplétement distillé, pour éviter que son oxygène ne passe en partie à l'état d'oxyde de carbone. De là la nécessité d'empêcher qu'il ne reste des vides au centre de la meule.

On peut s'assurer que toutes les circonstances de la carbonisation en meules couchées suivie en

Autriche (1) s'expliquent, d'après les considérations qui précèdent, avec plus de facilité encore que celles de la carbonisation en meules suivant la méthode ordinaire. Dans ce procédé, on fait marcher la carbonisation de l'avant à l'arrière de la meule, qui se trouve disposée sur une base rectangulaire allongée et de façon à ce que sa section par un plan vertical parallèle aux longs côtés du rectangle présente presque un triangle rectangle. On allume le feu à la partie extérieure de la meule qui est la plus basse, et on ouvre les évents en s'avançant vers l'autre extrémité. Une fumée d'un bleu clair annonce la fin de la carbonisation dans cette partie de la meule. On retire déjà du charbon à la partie antérieure, lorsque le *lieu de la distillation* se trouve à 2 ou 3 mètres de distance. Je n'entrerai pas ici dans de plus grands détails sur cette opération. Je ferai seulement remarquer qu'ici le charbon se trouve formé d'abord à la partie antérieure et au sommet de la meule, c'est-à-dire dans les parties extérieures, tandis que, dans les meules françaises, le charbon formé se trouve enveloppé par du bois non carbonisé. Il est facile de concevoir que cette dernière disposition est bien plus favorable que celle des meules couchées pour éviter la perte de chaleur due au rayonnement de l'enceinte, et surtout pour dépouiller le mieux possible les produits de la combustion du charbon par l'air de la chaleur développée.

Je dois, en terminant, appliquer les résultats

---

(1) Voyez le Mémoire de MM. Foy, Harlé et Gruner, *Annales des mines*, tome VII, p. 3, 3[e] série; et le Mémoire de M. Gruner, tome XIII, p. 595.

obtenus dans ce mémoire à l'examen d'un problème qu'on se propose depuis quelques années, la fabrication en forêt du bois torréfié ou charbon roux. Il me paraît bien difficile d'arriver, sous ce rapport, à un procédé pratique, en opérant à peu près de la même manière que dans la carbonisation en meules. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait qu'il n'y eût pas de charbon formé dans l'intérieur de la meule et que l'oxygène de l'air pût brûler les produits de la distillation du bois. Or, l'expérience nous prouve que l'oxygène se porte au contraire en entier sur un combustible ne contenant plus que peu de parties volatiles. La température développée par cette combustion va constamment en s'abaissant à mesure que le courant de gaz brûlé se rapproche de la surface de la meule en se chargeant des produits de la distillation du bois. La température est donc nécessairement très-variable, et de là la difficulté d'obtenir un combustible homogène. Pour avoir du charbon roux dans la plus grande partie de la meule, il faudrait que la température des gaz en contact avec le bois ne dépassât pas une certaine limite, et ce résultat me paraît bien difficile à réaliser dans tous les procédés, quels qu'ils soient, où la distillation s'opérera par la chaleur de combustion d'une partie du charbon brûlé.

Le procédé de M. Echement, qui a été décrit par M. Sauvage (*Annales des mines*, tome XVIII, page 677), est fondé sur un tout autre principe. Il consiste à projeter au milieu de la masse du bois les produits de la combustion du bois menu, de branchages, opérée dans un foyer en dehors de la meule au moyen d'un courant d'air forcé. M. Sauvage a calculé que la quantité d'air projeté

par le ventilateur employé était cinq fois plus considérable que celle nécessaire pour la combustion du bois. Les produits de cette combustion, renfermant beaucoup d'air en excès, suivent un long canal sur lequel le bois est empilé en forme de voûte, et s'échappent ensuite de toute la surface de la meule, recouverte comme à l'ordinaire par une couche de terre et de fraisil. On cherche ici à éviter l'inflammation du bois contenu dans la meule. Il fallait pour cela que le courant de gaz et d'air non brûlé qui la traverse n'eût pas une température trop élevée. C'est le résultat auquel on arrive en augmentant beaucoup la masse d'air par rapport aux produits de la combustion. Il est évident que plus leur température sera basse, plus leur masse sera considérable, et plus il y aura d'homogénéité dans la nature du combustible obtenu. Mais on conçoit qu'on ne pourra pas atteindre ce résultat d'une manière absolue, et que le bois placé près du conduit sera toujours à un état plus avancé d'altération que dans la partie supérieure et surtout à la base de la meule.

Quant aux modifications à introduire dans le procédé actuel de la carbonisation en meules, il est clair que si l'on parvenait à produire la chaleur et l'acide carbonique au moyen de combustibles ayant peu de valeur, comme du menu bois ou du menu charbon, on réaliserait ainsi une amélioration importante. Le procédé de Marcus Bull qui remplissait les vides laissés dans le dressage des meules par du menu charbon, du fraisil, et qui obtenait ainsi un plus fort rendement, paraît fondé sur le principe théorique que je viens d'énoncer.

Résumé.

Les principales conclusions qu'il est permis de tirer de ce travail sont les suivantes.

1° En comparant la composition des gaz qui s'échappent des évents pratiqués à la surface des meules de carbonisation avec celles des gaz produits dans la carbonisation du bois en vases clos, on arrive à reconnaître : 1° que l'oxygène de l'air introduit dans la meule par les évents d'admission se change complétement en acide carbonique sans mélange d'oxyde de carbone; 2° que cette combustion a lieu sur du charbon déjà formé et non sur les produits de la distillation du bois.

2° La comparaison des résultats de la carbonisation du bois en meules avec ceux qu'on obtient en transformant le charbon en oxyde de carbone au lieu d'acide carbonique, fournit une vérification directe de ce fait, que l'acide carbonique absorbe une grande quantité de chaleur, en se changeant en oxyde de carbone.

3° La carbonisation s'opère dans la meule du haut en bas et du centre à la circonférence. La surface de séparation entre le charbon formé et le bois incomplétement carbonisé, paraît être celle d'un tronc de cône renversé, ayant le même axe et la même hauteur que la meule, mais dont l'angle irait constamment en augmentant à mesure que la carbonisation s'approche de sa base.

4° On ne peut guère admettre qu'on puisse arriver à fabriquer du bois torréfié ou charbon roux par un procédé analogue à celui de la carbonisation en meules, en raison de la manière dont la combustion a nécessairement lieu dans l'intérieur des tas.

5° L'emploi de combustibles sans valeur, comme le menu bois ou le menu charbon, paraît être le meilleur moyen d'augmenter le produit des meules de carbonisation.

MÉMOIRE

Sur le percement des puits de mines dans le nord de la France, après la traversée des niveaux (1).

Par M. TURBERT, Ingénieur civil, élève externe de l'École royale des mines.

Le percement des puits de mines dans le nord de la France présente deux périodes distinctes, par suite des difficultés d'exécution et du genre de travail à adopter ; la première période se rapporte à la traversée de la partie aquifère des morts-terrains ; nous nous en sommes occupés avec détails dans la première partie de ce mémoire. La deuxième période, qui se rapporte à la partie non aquifère des morts-terrains et au terrain houiller sur lequel ils reposent, fera l'objet de ce mémoire ; nous le diviserons en deux sections : l'une d'elles sera consacrée au fonçage, l'autre à l'enlèvement des déblais. Nous admettrons que la fosse en percement est ouverte sur le prolongement des couches connues, à quelque distance de puits en exploitation ; dans le cas contraire, ce ne serait qu'une fosse de recherche, et les travaux du fond et du jour devraient être conduits d'une manière un peu différente. Nous en parlerons à la fin de ce mémoire.

(1) Voir la première partie de ce travail, page 73.

PREMIÈRE PARTIE.

FONÇAGE.

De la maçonnerie. — Immédiatement après la traversée des uiveaux, c'est-à-dire après le premier banc de marnes grises, les parois du puits sont revêtues d'une maçonnerie en briques. Nous la ferons commencer à partir de 61^{m},89 au-dessous du sol; c'est la hauteur de fosse que nous avons supposée cuvelée. Le muraillement est circulaire, il a pour diamètre intérieur 2^{m},83; c'est la moyenne des deux nombres 2^{m},90 et 2^{m},76 qui représentent les diamètres intérieurs de la fosse cuvelée, d'angle en angle et de plat en plat. Son épaisseur est d'une brique, rarement d'une brique et demie; elle se pose sur plat, sa longueur suivant le diamètre de la fosse et de manière que tous les joints d'un lit correspondent au milieu du lit immédiatement supérieur. On remplit avec des déblais les vides qui pourraient exister entre la maçonnerie et les parois de la fosse. Sans cette précaution, les tonnes, en frappant contre le muraillement, soit parce qu'elles se sont touchées au point de partage, soit pour toute autre cause, pourraient jeter en dehors les briques qui ne seraient pas solidement appuyées. Quand le muraillement est terminé, on répare, c'est-à-dire on passe un grattoir dans tous les joints des briques, puis on remplit ces mêmes joints avec du mortier. L'ouvrage est ensuite plus net et plus solide.

Choix des briques. — Elles doivent être dures et unies autant que possible. Il faut rejeter les briques tendres, car le frottement et le choc des

tonnes contre les parois du puits les dégraderaient rapidement, et les réparations de maçonnerie ne pourraient se faire sans arrêter les travaux du fond. Les briques durés et boursouflées ont un autre inconvénient, c'est de donner des joints très-larges et des lits de briques qui ne sont pas de niveau. Lorsque le terrain pousse, comme les dièves, par exemple, le déplacement des briques et leur avancement vers le centre de la fosse son plus à craindre qu'avec des joints minces. En général, il convient de maçonner en employant le moins de mortier possible; on y trouve économie et solidité.

Du mortier. Ce mortier est à chaux grasse, composé, comme celui employé dans les niveaux, de chaux, de cendres de houille, et de briques pilées; chaque substance y entre pour un tiers. Durcissant plus vite que le mortier de sable, il convient beaucoup mieux dans les travaux du fond. Nous avons vu, dans le premier mémoire, que le prix de l'hectolitre de ce mortier est de 0fr.,70.

Formes et dimensions des briques (*Pl. IX, fig.* 1, 2). — On fait usage de deux espèces de briques, les unes rectangulaires, les autres trapézoïdales. Voici les dimensions des premières :

Longueur.	0m,23
Largeur.	0m,10
Epaisseur.	0m,06

Les dimensions de la deuxième espèce sont les suivantes :

Longueur.	0m,23
Largeur à la petite base.	0m,10
Largeur à la grande base.	0m,117
Epaisseur.	0m,06

En admettant que les mineurs ne laissent que $0^m,005$ de mortier entre deux briques voisines, la circonférence du puits en contiendra 84 à 85 de chaque espèce.

Dans un terrain solide, comme les marnes grises ou les grès houillers, il est à peu près indifférent d'employer les unes ou les autres ; mais dans une roche qui se gonfle et se délite au contact de l'air et de l'eau, comme les argiles bleues, les dièves et quelques schistes houillers, il faut donner la préférence aux briques trapézoïdales. En effet, elles font voussoirs et le muraillement est d'autant plus solide que le terrain pousse davantage. Quand on fait usage de briques rectangulaires, on est obligé de remplir avec des fragments le vide existant à la partie extérieure du muraillement entre deux briques voisines. La poussée des terres réduit en poussière ces fragments, et la maçonnerie devient saillante dans la fosse. Or ces saillies sont très-préjudiciables, et aux tonnes dont elles déchirent le bois et enlèvent les ferrements, et à la solidité du puits, parce qu'elles finissent par être arrachées.

Volume et prix du mètre courant de maçonnerie. — Les rayons intérieur et extérieur du muraillement étant $1^m,415$ et $1^m,645$, il en résulte que le volume du mètre courant de maçonnerie est : $2^{mc.},10$.

On estime qu'un mètre cube contient environ 600 briques ayant les dimensions indiquées plus haut. Par suite $2^{mc.},210$ représentent 1.326 briques.

Le mille de briques rectangulaires, quand on les fabrique près de la fosse, revient tout compris à 8 francs; le mille de briques trapézoïdales revient dans les mêmes circonstances à 9 francs. En

outre, il faut environ 4 hectolitres de mortier par mille de briques à poser.

Il suit de là que le mètre courant de maçonnerie en briques rectangulaires coûtera :

Briques.	10$^{fr.}$,60
Mortier.	3, 71
Total. .	14, 31

En briques trapézoïdales, ce serait :

Briques.	11$^{fr.}$,93
Mortier.	3, 71
Total. .	15, 64

Ici nous faisons abstraction de la main-d'œuvre du fond et du jour.

Roues de maçonnerie. (*Pl. IX*, *fig.* 3.) — La maçonnerie est supportée de distance en distance par des couronnes en chêne fortement serrées contre le terrain au moyen de coins. Voici leurs dimensions :

Diamètre intérieur.	2^{m},83
Diamètre extérieur.	3^{m},19
Hauteur.	0^{m},18

Elles sont formées en général de dix secteurs assemblés comme des pièces de cuvelage. Sur la plate-forme on laisse un intervalle de 0^{m},002 à 0^{m},003 entre leurs arêtes verticales extérieures, car toutes les pièces de la couronne avancent vers le centre de la fosse par suite du colletage, et lorsque cette opération est terminée, les arêtes verticales intérieures ne se touchent plus, tandis que les arêtes verticales extérieures se touchent. Le colletage doit être exécuté au ferme; en effet ces couronnes supportent toute la maçonnerie qui

s'appuie sur elles; et les retraites sont ordinairement de 6 mètres.

Roues à gargouilles. (*Pl. IX*, *fig.* 4.) — Ce sont des roues de maçonnerie; dans leur partie supérieure on ménage une rigole pour recevoir les eaux provenant, soit du cuvelage, soit des terrains inférieurs aux niveaux. Des molle-bandes en fer plat et mince sont clouées sur la face verticale intérieure de la roue, et préservent ainsi le bord de la rigole du choc des tonnes pendant leur montée ou leur descente. Ce bord est en saillie de $0^{m},01$ à $0^{m},02$ afin de mieux recevoir les eaux qui peuvent glisser sur les parois de la fosse.

Les dimensions des roues à gargouilles sont les mêmes que celles des roues ordinaires.

Conduite des eaux. (*Pl. IX*, *fig.* 5.) — En général on place une roue à gargouille de 20 mètres en 20 mètres, une conduite formée de coffres rectangulaires en chêne, s'emboîtant les uns dans les autres, comme le représente le dessin, est clouée sur le paroi du puits et à l'abri du choc des tonnes. Un entonnoir en tôle ou en fer-blanc amène les eaux de chaque gargouille dans cette conduite. Afin que l'on puisse la nettoyer avec facilité, on la fractionne en autant de parties qu'il y a de roues à gargouilles. La tête de chaque partie se trouve un peu au-dessus du niveau de la roue correspondante; elle est recouverte par une grille à charnières. Le pied de la partie immédiatement supérieure est arrêté à $0^{m},30$ environ au-dessus de cette grille. La conduite doit amener au puisard toutes les eaux des terrains inférieurs aux niveaux, et au besoin les eaux provenant du cuvelage. Ses dimensions sont les suivantes :

Largeur en dehors. . . . . . . $0^m,25$
Longueur en dehors. . . . . . $0^m,18$
Epaisseur du bois. . . . . . . $0^m,015$

Séparation (*goyau*). (*Pl. IX, fig.* 6, 7). — La séparation ou goyau, se prolonge depuis le sol jusqu'aux dièves; elle se termine par un plan incliné, de 4 à 5 mètres de longueur qui se raccorde avec les parois de la fosse. Il est nécessaire que ce plan soit fortement incliné à l'horizon; car alors, la tonne montante, lorsqu'elle vient battre contre lui, glisse doucement, et ne peut s'accrocher au pied de la séparation. Sinon, il en résulte des ballottements qui renvoient la tonne d'une paroi à l'autre, et ces chocs ont toujours pour résultat une dégradation des parois et quelquefois le brisement d'une tonne.

On dispose ordinairement le bâtiment de la machine d'extraction, de telle sorte que les câbles soient situés dans des plans verticaux parallèles au plan vertical passant par l'un des diamètres de la fosse, d'angle en angle. La séparation se place entre la machine d'extraction et la recette à angle droit sur ce diamètre. La distance entre la séparation et l'extrémité de ce diamètre, situé du côté de la machine, est de $0^m,90$ à 1 mètre. Elle suffit pour établir dans le goyau des jeux d'échelles inclinées de 8 à 10 mètres de longueur. La séparation est formée de porteurs ayant $0^m,12$ d'équarrissage; leur longueur est de $2^m,67$ dans la partie cuvelée et de $2^m,96$ dans la maçonnerie. Leurs extrémités reposent sur des patins cloués au cuvelage; elles sont maintenues par d'autres patins cloués au cuvelage et aux porteurs, en sorte que tout mouvement horizontal devient impossible. Ces extrémités pénètrent de $0^m,15$ environ

dans la maçonnerie. Des planches de 0_m,05 d'épaisseur, assemblées à rainures et languettes ou rabotées avec soin sur leurs faces latérales, viennent s'appuyer sur les porteurs ; elles sont juxtaposées et serrées au marteau l'une contre l'autre. Leurs pieds se joignent aux milieux des porteurs, sur lesquels ils sont cloués. Pour éviter les fuites d'air quand le goyau doit servir de voie d'aérage, on cloue sur tous les joints des planches et à la jonction du cuvelage et de la maçonnerie avec la séparation du côté de la ligne d'échelles, des languettes en bois blanc de 0^m,01 d'épaisseur sur 0^m,07 à 0^m,08 de large. Quand ces languettes ne suffisent pas, on calfate partout où l'on s'aperçoit que l'air passe du compartiment des tonnes dans la séparation. Le plus souvent les planches et porteurs qui ferment le goyau sont en chêne ; cependant on fait quelquefois les porteurs en chêne et les planches en sapin. Dans tous les cas, ce boisage doit être monté de manière qu'il puisse être rapidement enlevé, soit en totalité, soit en partie, s'il arrivait quelque accident au cuvelage, tel, par exemple, que la rupture des pièces saisies par les porteurs. La partie inclinée de la séparation est formée de planches simplement clouées sur des porteurs engagés dans la maçonnerie; elle se raccorde très-exactement avec le pied du goyau, et de manière à donner une courbe légère.

Échelles en bois. (*Pl. IX*, *fig.* 8.) — Elles sont toujours en chêne ; on les place dans la séparation et dans les bures de descente. Dans la séparation, on établit tous les 8 ou 10 mètres un plancher horizontal percé d'un trou carré de 0^m,50 de côté ; ce plancher repose sur des traverses appuyées, d'une part sur des patins cloués au goyau,

de l'autre sur des patins cloués au cuvelage. Le pied de chaque jeu d'échelles repose sur ces planchers; la tête revient sortir par le trou d'homme pratiqué dans le plancher immédiatement supérieur. Elle le dépasse de 1 mètre environ pour faciliter la descente des ouvriers. Chaque jeu d'échelles est composé de deux parties ayant 4 à 5 mètres de longueur. Elles sont assemblées comme le représente le dessin, au moyen de deux platines de fer appliquées sur les faces latérales extérieures des deux montants, et maintenues par des boulons. Leur jonction est supportée par une traverse qui prend ses points d'appui sur le goyau et le cuvelage. Tous les jeux d'échelles sont parallèles entre eux; par suite un enfant qui abandonnerait un des jeux, ne pourrait tomber par le trou d'homme situé au-dessous. Les bâtons d'échelles sont à six pans, les bâtons cylindriques tourneraient sous le pied et pourraient occasionner des accidents.

Dans les bures les échelles sont clouées contre les parois; à cet effet, on ménage dans la maçonnerie des briques en bois trapézoïdales; ce sont elles qui reçoivent les clous.

Voici leurs dimensions :

Longueur des montants. . .	4 à 5 mètres.
Equarrissage des montants. .	$0^m,09$
Diamètre des bâtons.	$0^m,04$
Ecartement des bâtons. . . .	$0^m,25$
Ecartement des montants. .	$0^m,33$

Cheminée d'aérage. (*Pl. IX, fig.* 9, 10, 11.) — En briques; cette cheminée se compose d'une partie droite et d'une partie inclinée; voici les dimensions de la première :

Equarrissage en dedans. . . . $0^{m},60$
Equarrissage en dehors. . . $1^{m},32$
Hauteur. . . . . 3 »

Elle repose sur une assise de 1 mètre d'épaisseur et $1^{m},72$ d'équarrissage. Si le terrain est peu solide, on établit cette assise sur des planches de rebut ou croutats. Une de ses faces est percée d'une ouverture rectangulaire surmontée d'une voûte en plein cintre ; cette ouverture a $0^{m},50$ de largeur et $0^{m},60$ de hauteur sous clef. Elle est pratiquée au niveau de l'assise de la cheminée, ou ce qui revient au même, au niveau du sol. Un aqueduc en briques ayant les mêmes dimensions qu'elle, la relie à l'une des faces du cuvelage, faisant partie de la séparation ou goyau. Vis-à-vis de cette ouverture, se trouve une porte ayant $0^{m},45$ de largeur sur $1^{m},40$ de hauteur; le seuil de cette porte est à $0^{m},50$ au-dessus du sol. Elle est fixée dans un châssis lié à la maçonnerie par quatre petites ancres qui en saisissent les oreilles. Elle doit fermer hermétiquement et ne livrer aucun passage à l'air venant du dehors. On y parvient en clouant sur les faces intérieures du châssis des lanières de cuir, et serrant fortement la porte contre son châssis au moyen de deux verroux placés l'un au quart, l'autre aux trois quarts de la hauteur de la porte. Un gril ayant $0^{m},40$ sur chaque arête est pendu à une barre de fer plat prise dans la maçonnerie ; le fond du gril est à $0^{m},20$ environ au-dessus de l'ouverture communiquant avec le goyau.

Voici les dimensions de la partie inclinée :

Equarrissage au pied en dedans. . .	$0^m,60$
Equarrissage au pied en dehors. . .	$1^m,32$
Equarrissage à la tête en dedans. . .	$0^m,40$
Equarrissage à la tête en dehors. . .	$0^m,86$
Hauteur.	7 »

Des ancres légères sont fixées de 2 mètres en 2 mètres dans les murs de cette cheminée; elles ajoutent à sa solidité.

La partie supérieure du goyau étant fermée hermétiquement, la seule différence de niveau, entre la tête de la séparation et le haut de la cheminée d'airage, provoquera un courant d'air ascensionnel; ce courant augmentera en proportion du feu que l'on allumera dans le gril. Nous verrons plus loin comment on profite de cette disposition pour l'airage des travaux souterrains jusqu'à l'établissement d'un foyer intérieur.

Bâtardeau. (Pl. IX, fig. 12.) — En chêne; ce bâtardeau est formé d'un seuil et de deux montants verticaux assemblés à tenons et mortaises, et portant chacun une rainure rectangulaire de $0^m,03$ de largeur sur $0^m,04$ de profondeur. Ces rainures reçoivent les extrémités de planches assemblées à rainures et languettes et ayant $0^m,03$ d'épaisseur. Les extrémités des planches supérieures sont fixées de manière qu'une fois en place, elles ne peuvent plus remonter. On calfate entre les joints des planches et aussi entre les planches et montants verticaux. Un trou circulaire de $0_m,10$ de diamètre est pratiqué au milieu de la planche située près du seuil et à égale distance des deux montants verticaux. Cette ouverture se raccorde avec un robinet en bois ou en fonte qui se termine par un tuyau de cuir de 1 mètre de longueur environ et de $0^m,06$ à $0^m,07$ de diamètre intérieur. Nous verrons plus

bas à quel usage ce batardeau est destiné. Voici ses dimensions :

Largeur.	1m,74
Hauteur.	1m,40
Equarrissage des montants et du seuil.	0m,12

Châssis. (*Pl. IX*, *fig*. 3.) — Les châssis dont nous donnons les dessins sont établis dans les parois de la fosse et à l'entrée de galeries ayant des dimensions et des destinations différentes.

Les châssis n° 13 ont pour dimensions :

Largeur en dedans.	0m,90
Hauteur en dedans.	1m,00
Equarissage du bois.	0m,12

Ils se placent à l'entrée de petites galeries provisoires partant de la fosse et allant aboutir à des bures verticaux ou très-inclinés, ouverts à quelques mètres du puits ; ces galeries servent aux transports des déblais provenant des bures, et dès que ceux-ci sont terminés, elles sont remblayées ; quant aux châssis d'entrée, on bouche leur intérieur avec de la maçonnerie. Ils sont tous disposés sous le goyau, et de telle sorte, que l'un des montants soit au plus à l'aplomb de l'une des extrémités des porteurs.

Le châssis (*Pl. IX*, *fig*. 14) a pour dimensions :

Largeur en dedans.	0m,90
Hauteur en dedans.	1m,40
Équarrissage du bois.	0m,14

Il se place au pied du dernier jeu d'échelles établi dans la séparation et à l'entrée d'une galerie à demeure, communiquant à la tête du premier bure à partir du jour.

Le châssis (*Pl. IX*, *fig*. 15) a pour dimensions :

Largeur en dedans. . . . . $1^m,50$
Hauteur en dedans. . . . . $1^m,50$
Équarrissage du bois. . . . . $0^m,15$

Il se place à l'entrée d'une galerie à demeure ouverte à quelques mètres sous l'assiette du niveau, et de manière que son axe soit à angle droit sur la séparation; il est d'ailleurs dans le compartiment des tonnes. Cette galerie sert de réservoir pour l'eau provenant du cuvelage; c'est à sa tête qu'est établi le batardeau.

Tous ces châssis ont pour rayon intérieur celui de la maçonnerie; c'est-à-dire, $1^m,415$. Ils sont composés de deux montants, d'un seuil et d'un chapeau. Ces deux derniers dépassent les montants de $0^m,20$ à $0^m,25$; ces oreilles sont saisies par la maçonnerie et ajoutent à la solidité du châssis. On a soin de ménager une voûte au-dessus des chapeaux, lorsqu'on établit le muraillement dont le châssis fait partie. Cette voûte le décharge de tout le poids de la maçonnerie située au-dessus.

Outils de mineurs. Les outils de mineurs employés après la traversée des niveaux sont les suivants :

Les pics, les aiguilles, les marteaux à main, les masses; les bourroirs, les épinglettes, les tarels, les ciseaux ou batrouilles, les curettes.

Nous avons donné la description des quatre premiers dans notre premier mémoire sur le percement des puits de mines dans le nord de la France; ainsi, nous ne nous en occuperons plus.

Bourroir. En fer (*Pl. IX, fig.* 16); sa longueur totale est de $0^m,65$. Il est composé de deux parties; l'une cylindrique et l'autre conique.

La première a $0^m,025$ de diamètre et $0^m,59$ dé

longueur. La seconde a 0m,06 de long et 0m,03 de diamètre à son pied. Elle porte une rainure dans laquelle vient se loger la pointe de l'épinglette. Elle est garnie en cuivre à son extrémité, afin d'éviter tout accident quand l'ouvrier commence à bourrer.

Épinglette. En cuivre rouge (*Pl. IX*, *fig.* 17); sa longueur est de 0m,70; elle se termine par une verge ronde de 0m,10 de longueur et de 0m,015 de diamètre, qui sert de manche pour la manœuvrer facilement. Elle a 0m,01 de diamètre. Sa pointe est effilée et limée avec soin.

Tarel. En fer (*Pl. IX*, *fig.* 18); sa longueur est de 8m.65. Son diamètre à la mouche est de 0m,03. La longueur de la cuiller est de 0m,20 à 0m,25; au-dessus, l'outil n'a plus que 0m,025 de diamètre. Il est terminé par un manche en bois de 0m,03 de diamètre et 0m,20 de longueur. Cet outil sert à forer les trous de mine dans les terrains mous, tels que les argiles bleues, quelques marnes grises et les dièves.

Ciseaux ou *batrouilles*. En fer (*Pl. IX*, *fig.* 19); leur longueur varie entre 0m,30 et 0m,60. Les plus courts servent à commencer les trous; les plus longs, à les finir. Leur diamètre est de 0m,025. Ils se terminent par une partie plane ayant 0m,03 de large à sa partie inférieure, taillée en biseau, aciérée et trempée. Cet outil sert à forer les trous de mine dans les terrains durs, comme certaines marnes grises, les schistes et les grès houillers.

Curette. En fer (*Pl. IX*, *fig.* 20); sa longueur est de 0m,65. C'est une verge de 0m,015 de diamètre, terminée par une espèce de petite cuiller; sa tête porte un manche en fer de 0m,10 de lon-

gueur. Cet outil sert à nettoyer les trous de mine avant d'y introduire la cartouche.

Bourre et porte-feu. Pour bourrer les trous de mine, les mineurs se servent de dièves; on en forme de petits cylindres ayant à peu près le diamètre du trou, que l'on fait sécher quelques jours à l'avance. Un tampon de papier, placé entre la cartouche et la bourre, absorbe l'humidité que celle-ci pourrait contenir au moment où on l'emploie. Le porte-feu se fait de la manière suivante; on roule autour de la pointe de l'épinglette une bandelette de papier sur une longueur de $0^m,05$ à $0^m,06$; il en résulte un petit tube creux, en forme de cône, que l'on remplit de poudre écrasée. On ajuste à sa base une mèche soufrée, on lie cette mèche au papier avec un peu de suif, et l'on place le porte-feu ainsi préparé à l'entrée du conduit laissé par l'épinglette, la pointe tournée vers le bas. Quand la poudre s'enflamme, le recul chasse le porte-feu jusqu'à la cartouche. Pour que ce procédé réussisse, il faut que la bourre employée soit une matière compacte, se maintienne bien dans le trou, et ne rétrécisse pas le conduit formé par l'épinglette; car un très-petit obstacle suffirait pour arrêter le porte-feu. Les dièves satisfont complétement à cette condition.

Echelles en fer. Il y en a de deux sortes (*Pl. IX, fig.* 21) : voici les dimensions de la première espèce :

Longueur des montants. . . .	$1^m,50$
Équarrissage des montants. . .	$0^m,05$ sur $0^m,015$
Diamètre des bâtons.	$0^m,02$
Écartement des bâtons. . . .	$0^m,25$
Écartement des montants. . .	$0^m,30$

Les dimensions de la deuxième espèce sont ab-

solument les mêmes, sauf l'écartement des montants qui est de $0^m,33$, comme dans les échelles en bois.

Ces deux systèmes d'échelles s'ajoutent l'un à l'autre au moyen d'un boulon qui traverse les montants. Le premier jeu s'ajoute à une échelle en bois de six mètres de longueur. Les extrémités inférieures de cette échelle sont armées de deux platines en fer, car ce sont elles qui supportent le poids des jeux en fer et leur charge. Ces montants sont fixés solidement contre les parois du puits, tandis que les échelles en fer sont flottantes.

En donnant aux bures de descente une longueur de 15 mètres, cet appareil devra se composer :

1° D'une échelle en bois de 6 mètres de longueur;

2° De six échelles en fer de $0^m,50$ de longueur.

Les mineurs s'en servent pour se mettre à l'abri des coups de mine au moment de l'explosion.

Passage des argiles bleues et des marnes grises. Le travail à la poudre commence immédiatement après la traversée des niveaux; la fosse a dans ce moment 62 mètres de profondeur. On passe une revue minutieuse de tout le cuvelage, et lorsqu'on est certain de la bonté de toutes les pièces, on enlève le matériel d'épuisement, pompes et machine. On monte la séparation et ses jeux d'échelles, à partir de 55 mètres au-dessous du sol, on ferme sa partie supérieure, et l'on construit la cheminée d'aérage.

La première roue de maçonnerie se place à $4^m,50$ sous l'assiette du niveau, la fosse étant ouverte sur un diamètre de $3^m,30$, il reste $0^m,05$ à $0^m,06$ de vide entre le terrain et l'extérieur de la

roue. On l'établit parfaitement de niveau, comme une trousse colletée, et l'on serre les coins aussi fortement que possible; on sent que le terrain doit être dur, compacte et taillé avec soin de manière à ne présenter ni creux ni saillies. Une roue de maçonnerie qui viendrait à fléchir, causerait la chute du muraillement qu'elle supporte, et par suite la mort des ouvriers travaillant au-dessous. Quand le colletage est terminé, on coupe au ciseau plat toutes les têtes de coins, puis on élève la maçonnerie; avant de fermer, c'est-à-dire avant de joindre celle-ci au cuvelage, on place sous la dernière trousse une roue à gargouille mince, et cependant pourvue d'une gargouille profonde; elle reçoit toute l'eau provenant des joints du cuvelage. On serre fortement cette roue entre les briques et la dernière trousse.

A 9 mètres sous l'assiette du niveau, on pose une roue à gargouille, elle est colletée comme la roue de maçonnerie précédente; sur elle on établit le muraillement que l'on réunit au premier.

A 18 mètres sous l'assiette du niveau, on pose une deuxième roue de maçonnerie, sur cette roue on fixe le châssis n° 14; il sert d'entrée à une galerie à demeure, horizontale, partant du pied du dernier jeu d'échelles établies dans le goyau, et allant au premier bure de descente. Dans le muraillement qui s'appuie sur elle, on fixe le châssis n° 13. Son chapeau est établi à 0^{m},80 sous la roue à gargouille précédente, le milieu du chapeau est sur une verticale abaissée de l'angle du cuvelage située à l'extrémité du diamètre perpendiculaire à la séparation. Le châssis est d'ailleurs dans le compartiment des tonnes; il sert d'entrée à une galerie réservoir, dite bowette à

bleus, et destinée à emmagasiner pendant plusieurs jours l'eau provenant des joints du cuvelage.

Bowette à bleus. (*Pl. IX*, *fig.* 22.) L'axe de cette galerie est perpendiculaire au plan de la séparation. Elle est ouverte dans le quatrième banc d'argile bleue qui a 2^m,07 de puissance. Cette roche étant assez dure, la bowette n'est pas muraillée; ses dimensions sont alors :

Largeur. . . . 1^m,50. . Hauteur. 1^m,50

On lui donne une longueur telle, qu'elle puisse contenir l'eau de toute une semaine; on la vide alors le dimanche, jour de repos pour les mineurs.

A 0^m,80 environ de la paroi du puits, on ouvre dans le sol de la galerie une rainure rectangulaire ayant 0^m,10 de profondeur et 0^m,12 de large; et dans chaque paroi une rainure rectangulaire faisant suite à celle pratiquée dans le sol, ayant 0^m,20 de profondeur et 0^m,12 de large. Ces rigoles reçoivent les montants et le seuil du batardeau; on chasse des coins et au besoin des picots entre le terrain et le bois; on y entasse des dièves grasses afin d'empêcher toute fuite d'eau; la hauteur du batardeau étant de 1^m,40, la pression de l'eau est au maximum de 1^m,30; il est donc facile de la maintenir.

Un tube en fer-blanc de 0^m,03 de diamètre part de la roue à gargouille, traverse le terrain contre lequel elle est appuyée et vient sortir au delà du bâtardeau. La roue à gargouille fixée sous la dernière trousse colletée, et celle établie à 9 mètres sous l'assiette du niveau sont mises en communication par un bout de conduite semblable à celle décrite page 298; la maçonnerie existante entre le cuvelage et la bowette à bleus, reste alors constamment sèche. En admet-

tant que la galerie réservoir ait 10 mètres de longueur à partir du batardeau, elle contiendrait 1,5 × 1,5 × 10 mètres cubes ou 225 hectolitres.

Si l'argile bleue était friable, pour éviter un nettoyage fréquent de la bowette, il vaudrait mieux la murailler. Le sol serait pavé d'une brique de champ; la voûte serait en plein cintre d'une brique d'épaisseur et les parois des murs d'une brique. Les dimensions seraient alors :

Largeur.	2^m,00
Hauteur sous clef.	1^m,90

Le batardeau n'ayant que 1^m,74 de largeur, la galerie devrait avoir comme précédemment 1^m,50 de largeur près le batardeau; elle s'élargirait ensuite.

Pour vider la bowette, un homme se place près du robinet, amène la partie supérieure de la tonne jusqu'au niveau du seuil du châssis d'entrée, la fixe à un des montants du châssis au moyen d'une chaîne de fer, et plonge dans la tonne l'extrémité du boyau de cuir lié au robinet; cette manœuvre est facile à exécuter.

Il est fort rare que les morts terrains existants sous l'assiette du niveau donnent de l'eau en quantité notable; il importe donc d'arrêter le plus haut possible toute celle venant du cuvelage; les dièves étant grasses deviennent glissantes lorsqu'elles sont mouillées; en outre cette eau gênerait beaucoup le travail à la poudre. Aussi cette galerie-réservoir est-elle fort utile.

Quand la fosse en percement est mise en exploitation, les eaux du niveau, au lieu d'être prises à 2 ou 300 mètres, ne le sont qu'à 72 mètres; sous ce rapport il y a encore économie.

, et destinée à emmagasiner pendant plu-
jours l'eau provenant des joints du cuvelage
wette à bleus. (*Pl. IX*, *fig.* 22.) L'axe d
galerie est perpendiculaire au plan de l
ation. Elle est ouverte dans le quatrièm
d'argile bleue qui a 2m,07 de puissanc
roche étant assez dure, la bowette n'est p
illée; ses dimensions sont alors :
rgeur. . . . 1m,50. . Hauteur. 1m,50
lui donne une longueur telle, qu'elle pui
nir l'eau de toute une semaine; on la vi
le dimanche, jour de repos pour les mineu
0m,80 environ de la paroi du puits, on ou
le sol de la galerie une rainure rectangul
t 0m,10 de profondeur et 0m,12 de large
chaque paroi une rainure rectangulaire
suite à celle pratiquée dans le
de profondeur et 0m,12 de large.
vent les montants et le seuil du batard
asse des coins et au besoin des picots
rain et le bois; on y entasse des dièves g
d'empêcher toute fuite d'eau; la hauteu
deau étant de 1m,40, la pression de
aximum de 1m,30; il est donc fac
tenir.

tube en fer-blanc de 0m,03 de
de la roue à gargouille, traverse l
e lequel elle est appuyée et vient
du bâtardeau. La roue à gargouille
rnière trousse colletée, et celle ét
s sous l'assiette du niveau sont
nunication par un bout de condui
e à celle décrite page 298; la m
xistante entre le cuvelage et la b
, reste alors constamment sèche. E

[illegible] que la galerie réservoir ait 10 mètres de hau[illegible] [illegible] à partir du batardeau, elle [illegible] [illegible] 10 mètres [illegible] était [illegible], pour [illegible] [illegible], il [illegible] [illegible] pavé d'une longue[illegible] [illegible] en plein [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible] moyenne, le [illegible]

[illegible]

mais plus faibles; l'équarrissage du bois est de $0^m,12$. On ménage de distance en distance des briques en bois; ce sont elles et les roues de maçonnerie qui reçoivent les pattes qui servent à fixer les montants d'échelles.

Ces bures sont mis en communication par des bouts de galerie de 2 mètres de longueur environ.

Aérage de la fosse. Immédiatement après la pose de la séparation et de la construction de la cheminée d'aérage, l'air extérieur descend par le compartiment des tonnes, remonte par le goyau et vient sortir par la cheminée. A cette époque, il est inutile d'allumer le foyer; la différence de niveau existant entre le point d'entrée de l'air dans la cheminée et le point de sortie, suffit pour établir le tirage nécessaire à la respiration des ouvriers et la combustion des chandelles, et pour chasser rapidement les fumées de la poudre.

A mesure que la fosse descend à travers les argiles bleues et les marnes grises, on prolonge la séparation de manière qu'il n'y ait jamais plus de 7 à 8 mètres d'intervalle entre ce dernier porteur et le fond du puits. Toutefois on l'arrête à 80 mètres c'est-à-dire à la naissance des dièves. Dès que le premier bure est terminé et que son pied est mis en communication avec la fosse par la première galerie provisoire, on fixe la partie inclinée de la séparation, ce qui isole le goyau de la fosse. L'air extérieur descend alors par le compartiment des tonnes, entre dans la première galerie provisoire, remonte par le premier bure de descente, entre dans la galerie à demeure, remonte par le goyau et de là se rend dans la cheminée d'aérage.

Dès que le deuxième bure est terminé, et que son pied est mis en communication avec la fosse au moyen de la deuxième galerie provisoire, on remblaye la première galerie provisoire; on bouche les châssis avec de la maçonnerie, et l'air du compartiment des tonnes entre dans la deuxième galerie provisoire, monte dans le deuxième bure, puis dans le premier, et suit la route que nous avons indiquée tout à l'heure. En bouchant successivement les châssis nº 13, on force donc l'air extérieur à descendre dans le compartiment des tonnes, jusqu'au niveau du dernier châssis, et à cause de sa vitesse acquise, il plonge toujours jusqu'au fond du puits. Un tirage actif, surtout en été, est indispensable; sans cela, les fumées de poudre sont longtemps à disparaître; l'ouvrier n'y voyant pas, le travail languit, et par suite le prix fait augmente. Aussi le foyer doit-il être entretenu par un homme *ad hoc*, et la porte de la cheminée fermée hermétiquement et à clef.

Ce moyen d'aérage suffit non-seulement pendant l'approfondissement de la fosse, mais encore pendant l'exécution des galeries à travers bancs nécessaires à l'aménagement des travaux, et jusqu'à ce que l'on puisse établir un foyer intérieur, ou mettre la fosse en percement en communication avec une fosse voisine.

Echelles volantes. Les mineurs se servent pour se mettre à l'abri des coups de mine des échelles décrites page 307.

En partant de l'assiette du niveau, ils fixent solidement au cuvelage l'échelle en bois de 6 mètres, accrochent à celle-ci deux échelles en fer de 1m,50. Cette ligne leur suffit pour atteindre le

pied de la séparation. La fosse étant desservie par douze hommes, les postes sont de quatre hommes travaillant pendant six heures. Un instant avant de mettre le feu, trois ouvriers montent à l'échelle et se mettent à l'abri dans le goyau, le quatrième met le feu et se hâte de rejoindre les trois premiers. A mesure que la fosse s'approfondit, on ajoute des échelles en fer, ou l'on descend l'échelle en bois, et comme la séparation descend aussi jusqu'aux dièves, le goyau peut leur servir de refuge jusqu'à ce niveau. Dès que la séparation est fermée ils se retirent dans les galeries provisoires; l'échelle en bois est toujours fixée solidement aux roues de maçonnerie et aux roues à gargouilles, et au besoin à la maçonnerie elle-même; les échelles en fer, au contraire, étant pendues à la première, sont toujours flottantes. Leur nature et leur disposition les garantissent suffisamment contre les coups de mine.

Les ouvriers de ce pays ont l'habitude de se faire enlever rapidement par la tonne dès que l'un d'eux a mis le feu à la mèche; mais ce système peut occasionner des accidents soit au jour soit au fond, et il n'est guère praticable quand les déblais sont enlevés par une machine à vapeur; elle n'obéit pas subitement comme un manége, et les mineurs pourraient se trouver à une trop petite distance au moment de l'explosion, par suite des lenteurs nécessitées par la mise en marche; ou bien il faudrait des mèches beaucoup plus longues. Dans les deux cas il y aurait perte de temps, et dans le premier cas, il y aurait danger pour les ouvriers.

Accrochage. (*Pl. IX*, *fig.* 23, 24.) On appelle ainsi une espèce de chambre pratiquée

dans les parois du puits, et dans laquelle viennent se rendre les ouvriers chargés du transport souterrain. Les charbons y sont déposés ou jetés immédiatement dans les tonnes dont les gueules sont à peu près au niveau du sol de la chambre.

Les dimensions des accrochages varient suivant les localités et l'aménagement des travaux; voici les plus ordinaires :

Longueur (depuis la paroi de la fosse jusqu'à la galerie de roulage) ci.	2m »
Largeur en dedans de la maçonnerie. .	2m,50
Hauteur sous clef (depuis les tonnes jusqu'à la galerie de roulage) ci :	2m,75
Largeur du potiat (c'est le lieu de dépôt des tonnes)	1m,15
Profondeur du potiat.	1m,30
Distance entre la tête de l'accrochage et le seuil du potiat, ci.	5m,50

La partie de l'accrochage comprise entre le potiat et la galerie de roulage est muraillée; ses parois sont d'une brique, la voûte est en plein cintre d'une brique d'épaisseur; le sol est pavé avec des plaques de fonte. Il importe que les roues à gorges des chariots servant au transport souterrain, ne s'encrassent pas en quittant les rails; il faut alors paver l'accrochage en grès, en planches ou en fonte. Le grès serait trop raboteux et rendrait pénible le chargement des tonnes à la pelle; le bois coûterait moins cher que la fonte; mais aussi il serait promptement hors de service. La caisse des chariots ayant un mouvement de rotation autour de l'essieu du devant, on fixe à l'extrémité de ce plancher un sommier en bois; les roues du devant viennent s'appuyer contre lui;

le rouleur soulève la caisse et la décharge facilement dans les tonnes.

Les parois de l'accrochage correspondantes au potiat sont murailléescontre le reste, d'une brique d'épaisseur. Au-dessus du potiat s'élève une voûte en plein cintre, inclinée et se raccordant d'une part avec le chapeau de l'accrochage, de l'autre avec la première voûte élevée au-dessus du plancher en fonte. Un mur d'une brique est établi sous le sommier en bois qui termine ce plancher et forme le derrière du potiat. Le devant est formé par un tablier un peu incliné vers l'axe de la fosse pour faciliter l'entrée et la sortie des tonnes. Les planches du tablier sont jointives, sans rainures ni languettes. Leur épaisseur est de $0^{m},05$. Leurs extrémités sont engagées dans une rainure pratiquée dans deux montants emprisonnés dans la maçonnerie qui forme les parois de l'accrochage. Le chapeau de l'accrochage est composé de trois pièces :

1° D'un sommier formé de deux parties droites et d'une partie courbée ayant pour rayon celui de la fosse, en dedans de la maçonnerie.

2° De deux goussets liés au chapeau, à tenons et mortaises; ce sont deux secteurs faisant suite au milieu du chapeau. Les extrémités du sommier sont engagées dans le terrain; il est bon de choisir une roche dure, du grès plutôt que du schiste.

Une voûte établie au-dessus du chapeau de l'accrochage le décharge de la maçonnerie située au-dessus.

Voici les dimensions du chapeau :

Longueur du sommier. . . . . 3^{m},75
Équarrissage des sommiers et des goussets. 0^{m},25
Longueur des goussets. . . . . 1^{m},15

Au pied de la devanture du potiat, on élève à droite et à gauche deux petits murs inclinés qui se raccordent avec le tablier; il en résulte deux surfaces gauches, sur lesquelles les tonnes peuvent glisser à leur descente, quand, par hasard, elles viennent toucher le tablier. Sans ces petits murs, la maçonnerie située sous le potiat formerait deux assises planes, sur lesquelles les tonnes viendraient s'asseoir; le câble descendant finirait par l'entraîner, et il en résulterait une chute qui pourrait briser ou la tonne ou les chaînes qui la supportent.

Sous les goussets, on fixe des bandes de fer plat inclinées vers la chambre d'accrochage; elles se raccordent avec la maçonnerie, et sont destinées à recevoir les tonnes quand, par hasard, elles viennent toucher les goussets à leur montée. Sans cette précaution, le bord des tonnes pourrait s'accrocher aux goussets; ils seraient arrachés, ou bien il y aurait rupture des chaînes, et par suite, bris de tonne, puisque celle-ci retomberait dans le puisard.

La distance entre le tourtia et le premier accrochage, ainsi que la distance entre deux accrochages consécutifs, varie suivant la nature du gîte attaqué; en effet, plus le nombre des couches exploitables est grand, plus leur pendage est faible, et plus ces distances peuvent être petites. Pour un pendage de 45 mètres et plusieurs couches exploitables dont les affleurements seraient

distribués à droite et à gauche du puits, elles seraient de 25 à 30 mètres.

Puisard. Lorsque tous les accrochages par lesquels on veut exploiter le gîte sont terminés, on dispose au fond du puits un puisard maçonné en briques très-dures; sa profondeur au-dessous du seuil du dernier accrochage varie avec la masse d'eau affluente; cette eau provient du terrain houiller et du cuvelage, lorsque, celui-ci en fournissant peu, on ne juge pas à propos de la recevoir dans la bowette à bleus, enfin de la mine elle-même, quand les galeries de roulage qui, le plus souvent, servent de galeries d'écoulement, ne sont pas encore mises en communication avec un puits d'épuisement spécial. Une roue de maçonnerie très-solidement colletée est établie au fond de la fosse; elle est destinée à supporter le muraillement lorsqu'on approfondit; le puits est terminé en forme de cuvette, dont la maçonnerie vient se raccorder avec la roue précédente.

Il est indispensable que le muraillement du puisard soit fait en briques dures, car il ne résisterait pas longtemps au choc des tonnes.

Main-d'œuvre des mineurs. Dans ce pays, la poudre seule est fournie par les mineurs, les outils sont au compte des compagnies.

Voici le prix du mètre courant pour une fosse de $2^m,90$ d'angle en angle, le muraillement étant d'une brique :

Dans les argiles bleues, les marnes grises et les diéves.	50 fr.
Dans les schistes houillers.	60
Dans le grès houiller ordinaire.	80

La pose des roues de maçonnerie et à gargouilles, le muraillement, sont à la charge des mineurs. On évalue ce travail à 7 francs le mètre courant, de sorte qu'il reste pour le fonçage proprement dit :

Dans les argiles bleues, les marnes grises et les dièves.	43 fr.
Dans les schistes houillers.	53
Dans le grès houiller ordinaire.	73

L'avancement dans les bleus et gris et les dièves est d'environ 18 mètres (maçonnerie comprise), et dans les schistes et grès houiller 10 mètres. Les postes sont, comme nous l'avons dit, de 4 hommes travaillant pendant 6 heures. Les prix faits relatifs aux galeries à demeure et provisoires, et aux bures de descente, peuvent être établis en partant des chiffres précédents, et de ce principe que les difficultés d'exécution sont à très-peu près proportionnelles aux sections. Ainsi, la section des bures, en dehors de la maçonnerie, étant les 0,207 de celle de la fosse, les prix faits pour le fonçage seraient :

Dans les argiles bleues, marnes grises et dièves.	10fr,35
Dans les schistes houillers.	12 42
Dans les grès houillers ordinaires.	16 56

Le mètre courant de bure renfermant 0,981 mètre cube de maçonnerie, et le mètre courant de fosse en renfermant 2,210 mètres cubes, il en résulte que le prix du mètre courant de muraillement pour les bures serait de. 3fr,10

Ici, l'on suppose que l'eau affluente dans le terrain peut être enlevée très-facilement par des tonnes, sans quoi, les prix faits précédents seraient trop faibles.

DEUXIÈME PARTIE.

ENLÈVEMENT DES DÉBLAIS.

Immédiatement après la traversée des niveaux, et après avoir démonté le matériel d'épuisement, il faut établir sur la fosse un moteur plus puissant que celui affecté à l'enlèvement des déblais pendant la traversée des niveaux. Dans les environs de Valenciennes, ce moteur est, le plus souvent, un manége auquel on peut atteler, au besoin, plusieurs chevaux. Le seul avantage qu'il présente, c'est d'être obéissant et souple à la voie des mineurs; les chevaux s'habituant vite à ce genre de travail, exécutent, pour ainsi dire, d'eux-mêmes les manœuvres exigées par le fonçage.

Quand la fosse, les bures de descente, les accrochages et les travaux d'aménagement sont terminés, ou même pendant leur exécution, on monte une machine à vapeur pour l'extraction de la houille, puis l'on entre en exploitation. Ce système est assez convenable lorsque les accrochages ne sont pas établis à une grande profondeur au-dessous du sol, et surtout quand le terrain houiller donne peu d'eau; mais si les morts-terrains sont puissants, et si le terrain houiller donne beaucoup d'eau, le nombre des chevaux nécessaires au service du manége augmente considérablement. Ce travail forcé les tue vite; par suite, ce mode d'enlèvement devient très-coûteux, et quelquefois même insuffisant. Aussi est-il préférable d'établir de prime abord la machine d'extraction, telle qu'elle doit être pendant la durée de l'exploitation. Les mineurs pouvant se garantir des coups de

mine sans se faire enlever par la tonne, en manœuvrant convenablement les échelles volantes, une obéissance absolue de la part du moteur n'est plus indispensable, et pourvu qu'il soit armé d'un frein en bon état et confié à des ouvriers attentifs et intelligents, il remplira parfaitement son but; en outre, il apportera dans les cas imprévus, tels qu'une grande quantité d'eau, une économie notable et une force supérieure qui permettra de continuer l'approfondissement là où un manége à chevaux eût peut-être été trop faible.

Nous allons examiner en détail les différentes parties du matériel affecté à l'extraction.

Charpente des molettes. (*Pl. X, fig.* 25, 26.) On appelle ainsi la charpente qui porte les molettes sur lesquelles s'enroulent les câbles avant de descendre dans la fosse. Elle se compose :

1° De deux semelles ayant 10^m,80 de long, et 0^m,20 sur 0^m,25 d'équarrissage.

2° De deux grues ayant 2^m,30 de long et 0^m,20 sur 0^m,25 d'équarrissage. Elles sont liées aux semelles auxquelles elles sont perpendiculaires.

3° De deux montants verticaux ayant 7 mètres de long et 0^m,25 d'équarrissage; ils reposent sur deux semelles.

4° D'un chapeau de 3^m,45 de long sur 0^m,25 d'équarrissage. Il relie les extrémités des montants.

5° D'une traverse ayant 2^m,75 de long sur 0^m,25 d'équarrissage. Elle relie les deux montants, et porte les bois debout.

6° De quatre bois debout ayant 2^m,65 de long et 0^m,20 sur 0^m,15 d'équarrissage. Leurs extrémités supérieures portent les coussinets des mo-

lettes, leurs parties moyennes, et s'appuient contre le chapeau; des cales fixées entre celui-ci et les bois debout règlent la distance entre les câbles et la séparation ou goyau. Leurs extrémités inférieures s'appuient, à tenons et mortaises, sur la traverse précédente.

7° De deux liens latéraux ayant 6^m,70 de long et 0^m,20 sur 2^m,15 d'équarrissage. Ils s'appuient d'une part contre les montants, et de l'autre sur les queues. Ils sont destinés à prévenir tout mouvement latéral.

8° De deux liens ayant 7^m,90 et 0^m,20 sur 0^m,15 d'équarrissage. Ils s'appuient d'une part contre les montants, et de l'autre sur les semelles. Ils sont destinés à prévenir tout mouvement vers la machine d'extraction.

9° De trois traverses ayant 2^m,75 de long et 0^m,20 sur 0^m,20 d'équarrissage. Deux de ces traverses relient les extrémités des semelles; la troisième relie leur partie moyenne; elle est fixée à la tête de la fosse et du côté de la recette. Chacun des bois de bout est embrassé par un étrier en fer; les deux branches de cet étrier sont terminées en forme de boulons qui traversent le chapeau; des écrous appuyant contre celui-ci rappellent le porteur et le fixent invariablement. L'extrémité inférieure de chacun des bois de bout est maintenue par un boulon qui passe dans la traverse et le tenon du porteur. Le reste de la charpente est assemblé avec des chevilles en fer.

Molettes. Les molettes ont 1^m,70 de diamètre extérieur. Leur gorge a 0^m,16 de large; la hauteur des rebords est de 0^m,08; ils doivent être tournés en dedans, de manière à ne pas endommager les côtés du câble.

Leur axe a $0^m,07$ de diamètre; la couronne est soutenue par six bras partant du moyeu de la molette. Il est indispensable que les molettes soient centrées avec soin, c'est-à-dire, que leur axe et leur plan soient exactement à angle droit l'un sur l'autre.

Coussinets. (*Pl. X, fig.* 27.) Les coussinets sont en fonte et cuivre; la partie en fonte est liée au porteur par deux boulons, comme le représente le dessin; la partie en cuivre est fixée à la fonte, c'est elle qui porte l'axe de la molette. On remarquera que ces coussinets n'ont point de chapeaux; la disposition de la charpente les rend inutiles; en effet, la résultante des deux efforts dirigés l'un vers la machine d'extraction, l'autre vers le fond du puits, partage, à peu près en deux parties égales, l'angle des deux câbles; par suite, elle tend à appliquer l'axe de la molette sur les coussinets; en outre, les rebords de ces coussinets étant assez élevés, l'axe pourrait se déplacer d'une petite quantité, sans qu'il y eût danger pour la molette, et ce déplacement ne saurait avoir lieu dans les circonstances ordinaires.

Recette. (*Pl. X, fig.* 25, 26.) C'est un plancher sur lequel le receveur vide la tonne.

Les planchers qui ont $0^m,05$ d'épaisseur s'appuient sur deux des traverses reliant les semelles de la charpente, et sur des sommiers cloués aux semelles ou engagés dans la maçonnerie qui les supporte. Un bac en bois est disposé à l'extrémité de ce plancher pour recevoir l'eau élevée par les tonnes; le fond de ce bac porte une grille à charnière communiquant à un aqueduc en maçonnerie qui conduit l'eau à quelque distance de la fosse.

Le plancher est bordé par des liteaux de 0m,15 de hauteur; ils ont pour objet d'arrêter les déblais et surtout l'eau qui jaillirait en dehors de la recette quand on renverse la tonne. Pour renverser facilement la tonne sur la recette, on fait usage d'un sommier ou postillon disposé à la bouche du puits. Sur les semelles, on cloue deux bandes de fer plat; sous le postillon et à ses extrémités, on cloue aussi deux bandes de fer plat, mais dirigées à angle droit sur les premières; le frottement est alors plus doux, et le mouvement du postillon plus rapide. Ses extrémités sont liées aux semelles par deux chaînes de fer. Quand la tonne arrive au jour, le machiniste l'enlève à un mètre ou 1m,50 au-dessus de la bouche du puits; le receveur pousse du pied l'extrémité du postillon qui correspond à la tonne à renverser, de manière qu'elle porte à faux lorsqu'elle est descendue au niveau de la recette. Elle se verse alors d'elle-même; un liteau cloué sur la traverse, près la gueule du puits, empêche l'eau d'y retomber.

Des planches jointives, s'appuyant d'une part sur une traverse fixée aux montants de la charpente, et de l'autre, sur le premier porteur du goyau, guident les tonnes à leur descente dans la fosse. Une balustrade est établie sur les côtés du puits, afin d'éviter tout accident; sa bouche n'est donc accessible que du côté de la recette.

Maçonnerie de la charpente des molettes. (*Pl. X*, *fig.* 25, 26.) Les semelles et les queues faisant partie de la charpente des molettes, reposent sur quatre murs en briques ayant pour hauteur 3m,30; ceux qui portent les semelles sont reliés par deux murs servant de point d'appui aux traverses extrêmes. L'épaisseur est de 0m,36 à la

partie supérieure ; on leur donne un talus de 1/10, afin qu'ils puissent résister à la poussée du terrain qui s'exerce de dedans en dehors. Une galerie muraillée, dont l'entrée est tournée vers la machine d'extraction, conduit au goyau; elle forme la tête de la descenderie. Une porte inclinée et fermant hermétiquement est fixée dans ses parois; par suite, l'air montant par le goyau est obligé d'entrer dans la cheminée d'aérage. Les dimensions de cette galerie sont les suivantes :

Largeur en dedans de la maçonnerie. . . .	1^{m} »
Hauteur sous clef.	1^{m},60

Le sol est pavé d'une brique de champ ; les pié-droits sont d'une brique ; la voûte est en plein cintre, d'une brique d'épaisseur. Tout l'intérieur de cette maçonnerie est remblayé au fur et à mesure; on y jette les déblais provenant de la fosse.

Observations. La charpente que nous venons de décrire est disposée pour fonctionner à l'air libre ; le bâtiment de la machine d'extraction est alors tout à fait indépendant du puits. Si on voulait relier ce bâtiment à la fosse et tout couvrir, on pourrait supprimer les quatre liens et prolonger le chapeau, ses extrémités viendraient alors s'appuyer sur les deux murs latéraux du hangar recouvrant la fosse. On les fixerait de manière à éviter tout mouvement latéral, et aussi dans le sens des câbles.

Dans les mines des environs de Valenciennes, on a l'habitude d'établir dans le bâtimentde la machine d'extraction un manége à un cheval ; il ne marche guère que lorsqu'il y a des réparations à faire au cuvelage. Deux poulies à gorges rondes sont alors

ajoutées à la charpente des molettes; l'une est fixée entre les deux montants verticaux à peu près au niveau du milieu du tambour; la deuxième est placée entre les deux molettes et supportée comme elles par deux bois debout; son plan est parallèle au leur. La distance entre la corde ronde et le goyau est la même que celle entre le goyau et les câbles plats. Cette disposition nous semble superflue; car les réparations du calfatage peuvent très-bien se faire avec la machine, et si quelque pièce du cuvelage vient à se briser dans le compartiment des tonnes, et que l'on ne veuille ou que l'on ne puisse pas se servir de la machine pour y remédier, une heure suffit pour monter sur la fosse un treuil à bras assez fort pour conduire des tonnes d'un hectolitre à la profondeur de 60 mètres. Or, quand une avaleresse a été bien cuvelée en chêne de bonne qualité, et que les pièces ont reçu une épaisseur convenable; les ruptures de pièces sont fort rares.

Câbles plats. (*Pl. X*, *fig*. 28, 29.) Leurs dimensions varient suivant la profondeur des puits et la charge à enlever; les plus petits ont $0^{m},10$ de large sur $0^{m},023$ d'épaisseur. Les plus gros ont $0^{m},16$ sur $0^{m},037$. Ceux en usage pour les fosses de 150 à 300 mètres de profondeur ont $0^{m},13$ de large sur $0^{m},03$ d'épaisseur; ils pèsent $4^{kil},26$ le mètre courant. Le prix de vente est $1^{fr.},50$ le kilogramme. Ils sont goudronnés en fil; l'extrémité qui plonge dans le puits passe dans une bouche supportant une chaîne en fer de 2 ou 3 mètres de longueur, suivant la profondeur du puisard. Cette chaîne seule doit plonger dans l'eau; elle est à maillons longs et étançonnés. Cette précaution est nécessaire pour que la chaîne ne se mêle pas à la levée

de la tonne; une rupture serait alors imminente. L'épaisseur du fer rond qui forme la chaîne est de 0m,03. Elle se termine par un crochet traversé par une cheville de fer. Les receveurs de tonnes et les chargeurs à l'accrochage ne doivent jamais oublier de mettre cette cheville en place; elle prévient les chutes de tonnes. L'extrémité du câble, après avoir passé dans la bouche, est pliée en deux parties que l'on serre fortement entre deux plaques en fer battu, rapprochées par des rivets en cuivre à têtes rondes. Chacune de ces plaques porte deux petits rebords à angle droit sur la face principale; voici leurs dimensions :

Longueur.	0m,21
Largeur en dedans des rebords.	0m,13
Hauteur des rebords.	0m,02
Épaisseur du fer.	0m,01

Les rivets sont mis en place au moyen d'une presse; elle se compose d'une pièce de bois de chêne armée d'un cercle en fer et traversée par quatre boulons à têtes perdues. Leurs extrémités traversent deux petites barres en fer, et par-dessus ces petites barres se vissent les écrous. La face supérieure de la pièce de bois porte une platine de fer encastrée de la moitié de son épaisseur, et présentant des creux disposés exactement comme les têtes de rivets quand ils sont en place. Le câble, plié et placé entre les deux plaques de fer, est disposé entre la platine et les deux barres, comme le représente le dessin; les plaques étant bien ajustées, on serre les écrous et l'on comprime fortement le câble, puis on chasse les rivets; chacun d'eux porte une tête et une pointe bien effilée. Les deux plaques de fer et le câble étant tra-

versés, on chasse les rivets à coups de marteau, jusqu'à ce que les têtes viennent toucher la plaque supérieure. Alors on retourne le câble, on le replace sous la presse, on coupe les rivets à longueur, et l'on dresse leurs têtes.

Ce mode d'assemblage est très-solide et assez prompt, quand les rivets sont préparés à l'avance, et que les trous percés dans les plaques de fer se correspondent exactement. Pour éviter l'usure du câble, il faut avoir soin d'ajouter une flotte en tôle à la boucle qui le reçoit. On laisse $0^m,10$ environ entre les plaques de fer et la boucle, afin que celle-ci puisse tourner librement dans le câble.

Des tonnes. Les tonnes employées dans les percements sont de trois et cinq hectolitres; dès que la fosse est en exploitation, leur capacité est portée à sept hectolitres et même au delà. Les douves sont en hêtre et le fond en bois blanc; sous ce fond, on ajoute deux traverses en équerre. Les tonnes doivent être cerclées en fer large et mince; $0^m,06$ sur $0^m,002$. Il serre beaucoup mieux, et les conserve bien plus longtemps que du fer plus épais et moins large. Une tonne reçoit ordinairement quatre cercles. Deux bandes de fer passent sous les traverses; elles sont terminées par deux ailes courbées en sens contraire, que l'on cloue sur les douves. Quatre bandes de fer portant chacune une oreille dans le milieu sont clouées sur les douves à la gueule de la tonne en dedans et en dehors; leurs moitiés sont courbées en sens contraire. Quatre chaînes partant des quatre oreilles sont réunies deux à deux par un anneau. Ces deux anneaux passent dans le crochet fixé à l'extrémité du câble plat. Tous les clous

qui maintiennent les ferrements des tonnes sont rivés en dedans et en dehors. Un cercle de fer est fixé au pied des douves entre elles et les traverses. Il porte le nom de garle ou garde. Sans ce cercle, le pied des douves s'écrase promptement; il se fait du jour entre le fond et les parois, et la tonne perd son eau.

Voici les dimensions des tonnes de 7 hectolitres :

Épaisseur des douves.	$0^m,025$
Épaisseur du fond.	$0^m,03$
Diamètre à la gueule.	$0^m,75$
Diamètre au ventre (en dedans).	$0^m,85$
Hauteur en dedans.	$1^m,37$

Elles pèsent toutes ferraillées 130 kil. environ.

Bobines (*Pl. X*, *fig.* 30, 31). Nous distinguerons, dans une bobine, les cerveaux, les rayons et les couronnes.

Les cerveaux sont en fonte; ce sont des plateaux circulaires dont l'une des faces porte huit prismes triangulaires droits et également espacés; ils présentent des vides ayant aussi la forme de prismes triangulaires droits; les intervalles entre deux prismes consécutifs reçoivent les pieds des rayons : sur ces pieds viennent s'appliquer des plaques de fonte; chacune d'elles est percée de deux trous, aussi bien que les plateaux; les trous les plus éloignés du centre reçoivent de courts boulons à têtes perdues, qui serrent fortement les rayons entre les plateaux et les plaques. Les trous voisins du centre reçoivent des boulons beaucoup plus longs destinés à serrer fortement les rayons entre les plateaux et les plaques, et en même temps à rapprocher les deux plateaux dont se compose la

bobine. L'autre face du plateau porte une couronne en fonte saillante de $0^m,08$; elle présente une échancrure qui reçoit l'extrémité du câble. Cette extrémité est traversée par un des longs boulons, et le câble se trouve alors fixé à la bobine. Quand celle-ci est montée sur son arbre, les deux couronnes se touchent, et présentent une surface cylindrique ou noyau, sur lequel s'enroule le câble. Les rayons doivent être faits en bois très-secs, chêne ou hêtre; leurs pieds sont jointifs à la fonte; à partir des cerveaux, les rayons vont en s'effilant comme le représente le dessin. Les couronnes sont placées en dedans des rayons; elles sont liées à ceux-ci par de petits boulons à têtes perdues; il est bon de placer des platines en tôle mince entre les écrous et le bois, et aussi entre les têtes et le bois. On sent qu'il ne faut laisser dans l'intérieur de la bobine aucune saillie qui déchirerait le câble; aussi les têtes de boulons doivent-elles être perdues et limées avec soin, et tous les écrous mis en dehors. Les bords des couronnes sont arrondis en dedans pour faciliter l'entrée du câble. Le noyau de chaque plateau porte une rainure demi-cylindrique correspondante à une rainure pareille ménagée dans l'arbre des bobines; une verge de fer un peu conique est chassée dans le creux cylindrique qui en résulte et fixe le plateau sur son arbre.

Le plan vertical passant par l'axe du câble doit partager la bobine et la molette qui lui correspond, en deux parties égales; l'écartement entre les milieux des bobines est donc égal à l'écartement entre les milieux des molettes. Sur l'arbre des bobines est enfilée une roue dentée en fonte; elle engrène avec un pignon mis en mouvement

par la manivelle attachée à la bielle du balancier de la machine d'extraction. Il faut que l'axe de l'arbre des bobines soit exactement parallèle à la ligne passant par les centres des molettes; sans cela les câbles peuvent frotter contre les couronnes des bobines ou contre le rebord des molettes.

Voici les dimensions des cerveaux, rayons et couronnes, pour une machine de 20 chevaux.

Diamètre des cerveaux.	1m,40
Largeur des cerveaux.	0m,225
Diamètre du noyau.	1m,00
Diamètre de l'arbre des bobines.	0m,17
Longueur du moyeu des cerveaux. . . .	0m,27
Epaisseur de la fonte.	0m,03
Epaisseur de la fonte au moyeu.	0m,06
Diamètre des bobines.	4m,30

Équarrissage des rayons à la circonférence des cerveaux, 0m,225 sur 0m,22.

Équarrissage des rayons à la couronne 0m,12 sur 0m,10.

Équarrissage de la couronne, 0m,10 sur 0m,06.

Des bobines ainsi montées peuvent fonctionner sur un puits de 400 mètres.

Du frein. Il est formé de secteurs circulaires en bois d'orme, reliés deux à deux par des platines et des boulons; assemblés, ces secteurs embrassent la demi-circonférence inférieure du volant. L'une des extrémités du demi-cercle est fixée invariablement; l'autre est suspendue par une chaîne de fer à l'extrémité d'un levier en fer ou en fonte, dont le point de rotation est situé un peu plus haut que l'axe du volant. Cette chaîne s'enroule sur un secteur en fonte qui fait corps

avec le levier pour conserver la verticalité. Sur le grand bras du levier, glisse à frottement une masse de fonte, de sorte que l'on peut augmenter ou diminuer à volonté le frottement de la couronne en bois contre la circonférence du volant. Le point de rotation se trouvant entre la chaîne de suspension du frein et la masse contre-poids, on voit qu'il suffit d'abandonner celle-ci à elle-même pour serrer complétement le frein. Une corde attachée à l'extrémité du grand bras du levier passe sur des poulies de renvoi, et vient s'envelopper sur l'arbre d'un petit treuil dont la manivelle est à la portée du machiniste. Les poulies de renvoi sont disposées de manière à régler convenablement l'effort du machiniste à la manivelle du treuil.

La largeur des secteurs est un peu plus grande que celle du volant; leur épaisseur est de $0^m,15$. Ils portent de petits rebords de $0^m,04$ à $0^m,05$ de hauteur qui embrassent le volant, et maintiennent le frein dans sa position normale, même lorsqu'il ne fonctionne plus.

Souvent on dispose le frein sur l'arbre des bobines; on fixe alors sur cet arbre un cerveau en fonte analogue à ceux des bobines; il reçoit des rayons en bois, et ces rayons portent une couronne en chêne qui est embrassée par le frein. Ce système convient mieux que le premier, en cas de ballage; en effet, s'il est pris à temps, le machiniste arrêtera les tonnes et la machine, quels que soient d'ailleurs les accidents qui peuvent arriver aux engrenages, tandis que dans le premier système, si plusieurs dents viennent à se briser, le machiniste ne pourra arrêter que la machine, et les bobines se trouveront abandon-

nées à elles-mêmes. Quand on veut placer le frein sur le volant, il faut donc établir solidement le pignon et la roue dentée ; un excès de force augmente leur poids, mais n'influe pas sensiblement sur la résistance passive due au frottement de l'axe des bobines sur ses coussinets. D'ailleurs il est évident que le frein dans cette position est plus puissant que s'il était fixé sur l'arbre des bobines, en admettant toutefois que les éléments de sa puissance restent les mêmes, à savoir : les dimensions du levier, la masse contre-poids, et le rayon du volant.

Machines d'extraction. Les machines actuellement en usage dans le nord de la France, sont à haute pression et à un seul cylindre, quelquefois à détente. Mais cette addition, qui produit une économie de charbon, est plus convenable lorsque le sens du mouvement de rotation est toujours le même que dans une machine d'extraction où il change quatre fois à chaque voyage de tonne. Elles sont munies de deux chaudières semblables ; il est bon que la force normale de chacune d'elles soit un peu plus élevée que celle de la machine. Une seule suffit alors, et la deuxième peut fonctionner en cas d'accident survenu à la première. La forme généralement adoptée est la forme cylindrique, terminée par deux calottes sphériques; chaque chaudière repose sur deux tubes bouilleurs.

Il est bon que la force normale de la machine soit un peu plus grande que celle qu'elle doit développer. Toutes ses parties souffrent moins, les réparations y sont moins fréquentes, et au résumé il y a économie.

Prix de vente. Le prix de vente de ces ma-

chines, munies d'une seule chaudière de même force, est de 1000 fr. par force de cheval, toutes montées dans une localité préparée à l'avance et aux frais des exploitants.

Le prix des bobines de 16 à 20 chevaux est de 6000 fr.

Elles comprennent :

1° 4 cerveaux en fonte, avec platines et boulons.

2° L'arbre des bobines et ses empoises.

3° La roue dentée et le pignon.

4° Les molettes et leurs empoises.

Puits de recherche.

Fonçage. Lorsqu'un puits de mine est ouvert à une grande distance de gîtes en exploitation, et sur le résultat d'un ou plusieurs trous de sonde, on ne peut avoir à priori la certitude mathématique que l'on parviendra à y fonder une exploitation durable. Ce n'est plus alors qu'une fosse de recherche; les travaux du fond et du jour doivent alors être modifiés, et cela par raison d'économie. Dans ce cas, la séparation ou goyau, les bures de descente, doivent être supprimés; la bouche du puits est arrêtée au niveau du sol. Les châssis d'entrée des galeries à demeure et des galeries provisoires sont mis en place, mais ces galeries ne sont poussées qu'à 2 ou 3 mètres à partir du puits; on ne leur donne que la longueur suffisante pour y loger les ouvriers et les mettre à l'abri des coups de mine.

Pour aérer la fosse on fixe contre le cuvelage et la maçonnerie, et à l'abri du choc des tonnes,

des coffres rectangulaires en bois blanc ou sapin, ayant pour dimènsions :

Longueur en dedans. . . . . $0^m,50$
Largeur en dedans. . . . . $0^m,25$
Epaisseur du bois. . . . . $0^m,02$

Ces coffres s'emboîtent l'un dans l'autre, ils sont faits exactement comme les tuyaux de conduite décrits page 298. Les mineurs les rallongent par le bas, à mesure que la fosse s'approfondit. La partie supérieure de ces coffres reçoit un tuyau coudé; celui-ci se raccorde avec un aqueduc en briques menant à la cheminée d'aérage. L'air descend alors par le compartiment des tonnes, remonte, par la conduite et se rend dans la cheminée. Dès que les travaux de recherche sont assez avancés pour enlever tous les doutes sur l'avenir de la fosse, on perce les bures et la galerie à demeure, on monte la séparation ou goyau et l'on dispose le puits absolument comme nous l'avons vu dans le commencement de ce mémoire.

Enlèvement des déblais. Il serait imprudent d'établir sur une fosse de recherche une machine de 16 à 20 chevaux, avec système de bobines pour cordes plates, montée sur maçonnerie et telle qu'elle doit l'être sur une fosse en exploitation dont la durée est souvent d'un demi-siècle. Dans le cas où le gîte attaqué ne serait pas utilement exploitable, l'appareil d'extraction devrait être démonté, et il en résulterait pour les exploitants une grande perte de temps et d'argent. Ce qu'il faut, c'est un appareil d'extraction proportionné à la profondeur que doit avoir la fosse avant l'ouverture des galeries de recherche, un appareil peu coûteux, facile à

monter et à démonter; car il est alors essentiellement provisoire. Celui que nous allons décrire nous paraît satisfaire à ces conditions d'une manière complète.

Machine. Elle est à haute pression, à un seul cylindre et sans détente; elle gît tout entière dans une bâche en fonte. L'avant de cette bâche porte le cylindre, son arrière porte les empoises de la manivelle, et le balancier repose sur un tréteau en fonte fixé dans le milieu. Un pignon implanté sur l'arbre du volant engrène avec une roue dentée. Celle-ci met en mouvement un tambour conique à axe horizontal. L'arbre du tambour est en fer et cylindrique; il porte trois cerveaux en fonte analogues à ceux des bobines pour cordes plates. Deux de ces cerveaux sont fixés aux extrémités de l'arbre, le troisième en son milieu. Ils reçoivent des rayons en chêne terminés par une couronne. C'est sur ces trois couronnes que l'on cloue les douves sur lesquelles s'enroulent les câbles. La couronne située près de la roue dentée est plus épaisse et plus large que les deux autres; aussi fait-elle fonction de volant du frein.

La machine est munie d'une seule chaudière; les travaux de recherche ne devant pas durer à beaucoup près aussi longtemps que les travaux d'exploitation, il n'est pas indispensable d'en avoir deux. La cheminée est construite partie en briques, partie en tôle; le pied seul est en briques; il a 3 à 4 mètres de hauteur; il est surmonté d'une plaque en fonte sur laquelle est fixée la cheminée en tôle; sa hauteur est de 4 à 5 mètres. La bâche en fonte, et par conséquent la machine proprement dite, repose sur deux sommiers en-

gagés à tenons et mortaises dans des bois de bout. Les pieds de ces bois sónt engagés à tenons et mortaises dans des sommiers plus longs, qui reposent sur des planches de rebut établies de niveau sur un sol fortement battu. Les bois de bout situés à l'avant et à l'arrière de la machine sont renforcés par des liens, de manière à empêcher tout mouvement de la bâche de l'arrière à l'avant et réciproquement.

L'écartement des bois de bout, dans le sens de l'axe du tambour, est maintenu par des traverses clouées sous les deux sommiers supérieurs. Les intervalles laissés entre les différentes pièces de cette charpente sont remplis avec des pierres dures, concassées et damées fortement.

La bâche en fonte est boulonnée sur les deux sommiers supérieurs, en sorte que la machine se trouve liée invariablement à la charpente enterrée.

Les empoises du tambour sont boulonnées sur deux pièces de bois faisant corps avec les plates de la charpente de la chambre du tambour; ces pièces de bois s'appuient sur deux murs en briques, et leur sont liées par des tirants en fer qui les traversent sur toute leur hauteur. Par suite l'axe du tambour est fixé invariablement et ne peut faire aucun mouvement vers la fosse. Un fort montant ménagé dans l'entrefent qui sépare la chambre de la machine de celle du tambour, reçoit le point de rotation du levier du frein. Le point fixe de la mâchoire du frein se trouve à la partie supérieure d'un tréteau enterré comme la charpente qui supporte la bâche en fonte. Le montant de ce tréteau est lié par un boulon à la semelle de l'entrefent de séparation entre la ma-

chine et le tambour. Un petit treuil établi à côté du cylindre et à portée du machiniste sert à manœuvrer le levier du frein.

La chaudière est presque tout entière sous le sol ; elle est établie dans une chambre voisine de celle de la machine. D'après cette description succincte, on voit combien peu cette machine à bâche exige de maçonnerie, combien peu de temps et de frais exige son établissement, et qu'à la rigueur, elle peut fonctionner à l'air libre.

Bâtiment. Le bâtiment de cette machine est construit partie en bois, partie en briques ; le muraillement n'a qu'une demi-brique d'épaisseur. Il est couvert en pannes. Il suffit, pour en avoir une idée exacte, de jeter les yeux sur les dessins.

(*Pl. X, fig.* 32.) C'est une coupe horizontale au niveau du sol : elle montre la disposition de la chaudière et de la cheminée, de la machine et du tambour conique. Chacun de ces trois systèmes se trouve renfermé dans une chambre dont les semelles et les montants sont indiqués.

(*Pl. X, fig.* 33.) C'est une coupe suivant AB ; elle montre la disposition du tambour conique et donne la direction des câbles. On voit que le premier entrefent contient une porte pour descendre à la grille, et une fenêtre qui éclaire la chambre de la chaudière.

(*Pl. X, fig.* 34.) C'est une coupe suivant CD ; elle montre la disposition de la charpente qui porte la bâche en fonte, celle de cette bâche du balancier, du volant, des engrenages et du tambour. Une porte ménagée dans cet entrefent conduit de la chambre de la chaudière à celle de la machine.

(*Pl. X*, *fig.* 35.) C'est une coupe suivant FG; elle móntre la disposition du tambour et de la semelle qui porte une de ses empoises. Un vide rectangulaire est ménagé au-dessus de chaque empoise, et donne en même temps vue dans la chambre du tambour.

(*Pl. X*, *fig.* 36.) C'est une élévation suivant AK; elle montre la disposition de la façade du bâtiment du côté de la fosse; une fenêtre éclaire la chambre de la chaudière; une porte vitrée à deux ouvrants éclaire et donne accès dans la chambre de la machine; deux rouleaux fixes et placés à des niveaux déterminés par la *fig.* 33, *Pl. X*, sont destinés à supporter les câbles quand la machine est arrêtée. Ils sont établis de telle manière, que les câbles ne les touchent jamais quand ils sont tendus. Une charpente anglaise et légère couvre le bâtiment.

(*Pl. X*, *fig.* 37.) C'est une élévation suivant BH; elle montre la disposition de la chaudière et de sa maçonnerie, de la machine et de la charpente qui la supporte, du tambour et des murs qui le supportent, et de la face de derrière du bâtiment. On voit que la chambre de la machine et celle du tambour sont éclairées chacune par une fenêtre.

(*Pl. X*, *fig.* 38.) C'est une élévation suivant FG; elle montre la disposition du frein, et celle de l'entrefent qui sépare la chambre de la machine de celle du tambour.

Prix de revient. Machine de 6 à 7 chevaux (prix de vente de M. Hallette d'Arras).

Elle comprend :

1° La machine proprement dite; c'est la bâche et tout ce qu'elle supporte.

2° Un pignon et une roue dentée.

3° Un barre de tambour, les trois cerveaux en fonte et ses deux empoises.

4° Une chaudière de 8 chevaux, une cheminée en tôle de 4 à 5 mètres de hauteur et sa plaque en fonte. Le prix de vente est de : 11000 fr.

La pose et le transport sont à la charge des acheteurs; mais ces frais sont peu élevés, puisque la machine proprement dite peut être envoyée toute montée.

Bâtiment. — Frais d'établissement.

	fr. c.
Charpente du bâtiment. — Elle comprend 4,962 mètres cubes de bois blanc équarri, qui exigent 39,696 chevirons bruts (ici nous rappellerons que le cheviron du pays de Valenciennes est les 0,22 du mètre cube, et qu'il faut, l'un portant l'autre, 1,76 mètre cube brut pour obtenir un mètre cube équarri), à 9 fr. l'un, ci.	357 26
Main-d'œuvre et pose de cette charpente. — Il faudra environ 70 journées de charpentier, à 2 fr. l'une, ci.	140 00
Total.	497 26
Bois accessoires. — Ils comprennent 2,494 mètres cubes de chêne qui exigent 19,952 chevirons bruts, à 20 fr. l'un, ci : total.	399 04
Fenêtres. — 4 châssis en sapin à guillotine, ayant pour surface 8,5 mètres carrés, à 3 fr. 33 l'un, ci.	28 30
80 carreaux de vitre à 25 cent. l'un, ci. . .	20 00
Total.	48 30

	fr. c
Portes. — 2 portes pleines, en sapin, ayant pour surface 3,80 mètres carrés, à raison de 5 fr. l'un, ci.	19 00
Une porte vitrée à panneaux, avec imposte, en sapin, ayant pour surface 3,30 mètres carrés, à 6 fr. 11 l'un, ci.	20 16
20 carreaux de vitre à 25 cent. l'un, ci. . .	5 00
Total.	44 16
Serrurerie. — 2 clinches, à 1 fr. 20 l'un, ci.	2 40
Une serrure glissoire, à 1 fr. 10, ci.	1 10
Une serrure fouillot de 4 pouces toute en fer, ci.	4 00
4 paires de pentures pour portes, à raison de 1 fr. l'une, ci.	4 00
Total.	11 50
Toiture. — Sa surface est 47,58 mètres carrés, qui exigent 762 pannes, à raison de 54 fr. le mille rendu à pied-d'œuvre, ci.	41 14
Pose de ces 762 pannes, à raison de 12 fr. le mille, réparées en dedans et en dehors, ci.. .	9 14
Total.	50 28
Maçonnerie de charpente. — Sa surface est de 83,38 mètres cubes, qui exigent 3.752 briques, à 8 fr. le mille (faites sur place), ci.	30 00
Ces 3.752 briques exigent 11,25 hectolitres de chaux grasse, à 90 cent. l'un, rendu à pied-d'œuvre, ci.	10 12
Main-d'œuvre de 83,38 mètres carrés, à raison de 30 cent. l'un, ci.	25 01
Total.	65 13

Maçonnerie ordinaire. — Son volume est de 20,778 mètres cubes, qui exigent 12.467 bri-

	fr.	c
ques, à 8 fr. le mille (faites sur place), ci. . .	99	73
Ces 12.467 briques exigent 37,40 hectolitres de chaux grasse, à 90 cent. l'un, ci. . . .	33	66
Main-d'œuvre des 20,778 mètres cubes de maçonnerie, à fr. 25 l'un, ci.	46	75
Total.	180	14
Carreaux de terre cuite. — La surface à couvrir est de 8,19 mètres carrés, qui exigent 253 carreaux, à 5 cent. l'un, ci.	12	65
Pose de ces 253 carreaux, à 40 cent. le mètre carré, ci.	3	27
Total.	15	92
Faux frais, relatifs à l'établissement de la machine et de son bâtiment, ci.	688	26
Total général.	13.000	00

Soit donc 13,000 fr. pour le prix de revient de cette machine et de son bâtiment, tout posés.

Cette somme n'est que le tiers de ce que coûterait une machine de vingt chevaux, munie de deux chaudières avec un système de bobines pour cordes plates, montée dans un bâtiment en briques, et tels qu'il faut les établir sur un puits d'extraction qui doit durer cinquante ans, et parvenir à la profondeur de 400 mètres.

Charpente des molettes. Elle peut être construite comme la charpente décrite page 323, et représentée *Pl. X, fig.* 25 et 26. Seulement, au lieu de laisser un intervalle de 8^{m},30 entre la ligne qui joint les centres des molettes et la bouche des puits, on ne laissera que 5^{m},50. Par suite, les dimensions de toutes les pièces de la charpente pour cordes plates devront être mul-

tipliées par $\frac{5,5}{83}$ ou 0,662. L'écartement entre les milieux des molettes sera égal à la distance entre les milieux des deux troncs de cône qui forment le tambour. Ce tambour ne pouvant recevoir que des câbles ronds, les molettes seront à gorges rondes; elles auront $1^m,40$ de diamètre; elles seront assez larges pour recevoir un câble de $0^m,06$.

Main-d'œuvre du jour. Les ouvriers attachés au service du jour sont :

	fr.	c.
1° Deux receveurs de tonnes, à 1 fr. 50, ci. .	3	00
2° Deux brouetteurs, à 1 fr. 25, ci.	2	50
3° Deux machinistes à 2 fr.	4	00
4° Deux chauffeurs, à 1 fr. 75, ci.	3	50
Total.	13	00

La dépense journalière en main-d'œuvre serait donc 13 fr. Admettons que la fosse soit approfondie jusqu'à 150 mètres au-dessous du sol, avant l'ouverture des galeries à travers bancs; admettons que l'avancement moyen par mois soit de 18 mètres dans les morts terrains et de 10 mètres dans le terrain houiller. Les 38 mètres de morts terrains existants entre l'assiette du niveau et le terrain houiller exigeront deux mois trois jours, et les 50 mètres de terrain houiller exigeront cinq mois. Total sept mois trois jours. La main-d'œuvre du jour correspondante à ce fonçage coûterait 2,773 fr. environ.

Supposons que la petite machine de 7 chevaux fonctionne, l'un portant l'autre, à cinq chevaux pendant les sept mois trois jours. Elle consommera environ 5 kilog. de houille par force de cheval et par heure; ce qui donne pour les sept

mois trois jours un total de 1600 hectolitres environ. Si l'hectolitre de houille rendu à pied d'œuvre revient à 2 fr., le prix sera : 3,200 francs.

Nous terminerons ici ce deuxième mémoire ; il complète le percement des puits de mines dans le nord de la France.

NOTE

Sur le jaugeage des puits artésiens.

Par M. G. SAGEY, Ingénieur des mines.

Les puits artésiens ont été considérés, pendant longtemps, comme le résultat de circonstances géologiques fort rares. Ils étaient alors restreints à un petit nombre de localités, et déjà l'on savait, comme aujourd'hui, d'après quel principe les eaux souterraines tendent à s'y élever. Beaucoup d'autres puits jaillissants ont été forés avec succès, depuis cette époque, en différents points du globe, sans que les connaissances théoriques qui s'y rapportent aient fait des progrès sensibles; et cependant, pour établir convenablement le tubage des puits artésiens et les divers détails de leur construction, il serait évidemment fort utile de pouvoir apprécier, avec exactitude, les causes des perturbations que ces puits éprouvent trop souvent et d'où résultent des diminutions plus ou moins considérables dans le volume de leurs eaux.

Ce temps d'arrêt de la science artésienne ne peut être attribué qu'au défaut d'observations suivies, parmi lesquelles les opérations de jaugeage devraient, par leur importance, occuper le premier rang. Mais ces opérations ont été entravées, jusqu'à ce jour, par un grave obstacle, qui consiste dans la lenteur, l'incommodité, et le peu d'exactitude des moyens usités pour mesurer le produit d'un puits artésien, aux divers niveaux compris entre le sol et le point du maximum d'ascension de l'eau.

J'ai pensé que les expériences de jaugeage se multiplieraient dans l'avenir, si elles devenaient, en même temps, plus faciles et plus concluantes, et cet espoir m'a déterminé à proposer aux savants la méthode qui fait l'objet de la présente note.

Il se trouve ordinairement sur un puits artésien, un château d'eau ou quelque construction pouvant gêner les opérations; il faudrait, dans ce cas, faire un peu au-dessous du sol, une prise d'eau sur le tube d'ascension, au moyen d'un tuyau horizontal de même diamètre, se prolongeant souterrainement jusqu'au lieu choisi pour les expériences. Arrivé en ce point, le tuyau horizontal se relèverait au besoin par un double coude, de manière à ce que son orifice fût ouvert au-dessus d'un bassin étanche dont il affleurerait le bord. Ce bassin serait muni intérieurement d'une échelle graduée indiquant, à chaque instant, le volume de l'eau contenue; on le viderait à volonté par le jeu d'une soupape établie au fond et communiquant avec un puits perdu ou avec un autre moyen d'écoulement.

En prenant ces dispositions il conviendrait de faire en sorte que l'orifice du tuyau horizontal se trouvât le plus bas possible.

Les choses étant supposées en cet état, si l'on ferme entièrement un robinet adapté au tube d'ascension au-dessus du point d'embranchement, toute l'eau fournie par le puits passera dans le tuyau horizontal et tombera dans le bassin, où il sera facile de la mesurer.

Supposons maintenant que l'orifice du tuyau horizontal soit muni d'un robinet et d'un manomètre à mercure et à air libre placé immédiatement avant lui; si le robinet est ouvert et que,

dans cette situation, il offre un débouché égal à la section des tuyaux ; la pression de l'eau sur les parois sera nulle et le mercure ne s'élèvera pas dans le manomètre. Mais si l'on ferme successivement de plus en plus le robinet, le volume d'eau sortant diminuera et le mercure montera dans le tube manométrique.

Abstraction faite de quelques circonstances de frottement faciles à déterminer par le calcul et dont l'influence ne sera pas considérable, il est évident que la quantité d'eau obtenue, à chaque épreuve, sera égale à celle qu'aurait donnée le puits par un orifice libre, élevé au-dessus du premier, de la hauteur d'eau équivalente à celle du mercure dans le manomètre.

Quand le robinet sera complétement fermé, le manomètre indiquera le niveau auquel se maintiendrait l'eau du puits dans un tuyau vertical prolongé à une hauteur suffisante.

Le manomètre ainsi employé peut donc, dans les opérations de jaugeage, remplacer les appareils composés d'un long tuyau vertical et de tampons disposés à des niveaux successifs, qu'il est si difficile de manœuvrer et de rendre étanches. Il permet d'ailleurs de rapprocher les expériences autant qu'on le voudra, ce qui ne pourrait se faire, dans l'ancien procédé, qu'en multipliant indéfiniment le nombre des tampons.

Quand on a mesuré avec exactitude la quantité d'eau produite en une seconde, pour une hauteur donnée du manomètre, il peut être utile de calculer et d'inscrire au registre d'observations la hauteur d'eau capable de produire, par sa pression, la vitesse dont cette eau est douée dans les tuyaux. Soient h cette hauteur, Q le volume d'eau

et S la surface d'une section transversale des tuyaux :

On aura : $h = \frac{0,051}{S^2} \times Q^2$.

Il suffira donc, pour avoir h, de multiplier le carré de Q par le coefficient constant $\frac{S^2}{0,051}$.

Les opérations du jaugeage ainsi disposées seraient assurément très-commodes à effectuer ; mais on peut les simplifier encore. En effet, si p exprime la hauteur d'eau représentant la pression manométrique (c'est l'élévation du mercure multipliée par la pesanteur spécifique de ce métal), et si h' est la hauteur capable de produire la vitesse avec laquelle l'eau sort par l'ouverture du robinet, la pression p est exactement égale à la différence des hauteurs h' et h. Ce qui donne l'équation

$$p = h' - h.$$

Désignons par a le rapport qui existe entre la section du tuyau et la partie libre de l'orifice du robinet, corrigée de toute contractive de veine, etc. ; les vitesses étant en raison inverse des sections, et les hauteurs étant proportionnelles aux carrés des vitesses, on aura

$$h' = a^2 h.$$

Si l'on substitue cette valeur dans celle de p, celle-ci devient

$$p = (a^2 - 1)h ;$$

d'où l'on tire

$$a^2 = 1 + \frac{p}{h},$$

ou enfin

$$a^2 = 1 + \frac{S^2}{0,051 Q^2} \quad p = 1 + 19,61 \ S^2 \frac{p}{Q^2}..$$

Pour obtenir a^2 il suffira donc de déterminer p et Q par des observations soigneusement faites et plusieurs fois répétées. On calculera une fois pour toutes, d'après le diamètre des tuyaux, le coefficient $19,61 . s^2$. Il faudra que le jeu du robinet s'opère par l'intermédiaire d'un engrenage ou d'un autre artifice, de sorte que son mouvement soit doux et progressif, et que l'on puisse, sans effort et sans secousse, l'ouvrir ou le fermer d'une quantité aussi petite qu'on le voudra. L'une des pièces du système devra de plus faire marcher une aiguille dont l'extrémité parcourra les divisions d'un arc gradué. L'observateur recueillera, avec toute la précision possible, les valeurs de a^2 pour les diverses positions de l'aiguille sur l'arc gradué, depuis la division indiquant l'ouverture entière du robinet, jusqu'à celle qui se rapporte au point où il est complétement fermé. Ces valeurs, mises en regard du numéro d'ordre de chaque division correspondante, formeront un répertoire dont l'utilité va se révéler immédiatement.

De l'équation

$$p=(a^2-1)h,$$

on déduit

$$h=\frac{p}{a^2-1},$$

et par suite

$$h'=\frac{a^2p}{a^2-1}.$$

Il est évident que l'emploi de ces formules donnera les valeurs de h et de h', sans jaugeage spécial, par la simple inspection du manomètre qui détermine p, et par celle de l'aiguille qui fait

connaître a^2 au moyen du répertoire dressé à cet effet. On n'aura donc plus à mesurer ni le volume de l'eau ni la durée de l'écoulement. Toute l'opération se réduit à consulter les deux instruments, et le bassin à échelle graduée ne servira qu'à vérifier, de temps à autre, si quelque dérangement, survenu dans le robinet, n'a pas modifié les valeurs de a^2; circonstance qui sera fort rare lorsque l'appareil aura été bien construit.

Si l'on veut avoir Q il faut prendre l'équation

$$h = 0^m,051 \frac{Q^2}{S^2},$$

et en déduire

$$Q = 4^m,43.\ S\sqrt{h},$$

ou

$$Q = 4^m,43.\ S\sqrt{\frac{p}{a^2-1}}.$$

On se servira de l'une ou de l'autre de ces deux expressions, selon que la hauteur h aura déjà été calculée, ou que l'on ne possédera encore que les valeurs de p et de a^2.

Il sera très-facile aussi d'obtenir la force dynamique du puits dans ses diverses situations. Soit H la hauteur dont le zéro du manomètre est élevé au-dessus du niveau où l'on peut laisser perdre et écouler les eaux; la force cherchée sera égale à $Q(h'+H)$, ou, ce qui revient au même, à $Q(p+h+H)$.

Quel que soit le mode de jaugeage que l'on suive, il faut avoir grand soin d'attendre que le mouvement de l'eau ascendante se soit régularisé; car, dans un puits artésien, le liquide ne prend

pas immédiatement la vitesse normale correspondante à un nouvel état. Au surplus, notre manière d'opérer présente ce grand avantage, que le manomètre indique lui-même le moment où le régime est établi, puisqu'alors le mercure s'y maintient à un niveau constant; la marche de la colonne manométrique fait aussi connaître l'étendue et la durée des variations que subit la pression avant de parvenir à son degré d'équilibre; ce qui sera surtout intéressant quand on passera d'une faible valeur à une grande, ou réciproquement.

Le manomètre à mercure dont il a été question jusqu'à présent est théoriquement propre à donner tous les degrés de pression de l'eau contre les parois du tuyau de jaugeage; mais, dans la pratique, les pressions peu considérables ne seraient pas indiquées par cet instrument avec une exactitude suffisante. Il sera donc fort utile d'adapter, à côté de lui, un manomètre à eau, dont on se servira pour obtenir directement les valeurs successives de p, depuis zéro jusqu'à la hauteur qu'il aura été possible de donner au tube vertical du second manomètre. Quand, par suite de l'augmentation de pression, l'eau s'élevant dans ce tube sera sur le point d'en atteindre l'extrémité supérieure, on interceptera toute communication avec le tuyau, en fermant un robinet disposé pour cet usage, et l'on emploiera le manomètre à mercure de la manière indiquée ci-dessus.

Les détails qui précèdent suffisent pour faire comprendre l'esprit du procédé, et une description plus minutieuse serait tout à fait hors de propos. Laissant donc ce sujet, je me livrererai seulement encore à quelques considérations d'une

simplicité extrême, pour faire entrevoir comment des opérations de jaugeage faites avec suite et avec méthode pourront conduire à des résultats théoriques intéressants.

Conservons aux lettres p, Q, h et h' les significations qui leur ont été déjà attribuées, et nommons P la pression manométrique transformée en hauteur d'eau, correspondante au point du maximum d'ascension ; c'est la valeur que prend p dans le cas où le robinet est entièrement fermé, et où, par conséquent, l'eau est stationnaire dans les tuyaux.

Lorsque ensuite le robinet est ouvert en proportion quelconque, l'eau parcourt les tuyaux avec une vitesse due à la hauteur h; et de ce mouvement naissent des résistances occasionnées par le frottement et par les autres circonstances qui font obstacle au libre déplacement du liquide.

Quelle que soit la nature de ces résistances, il est évident que la perte de charge produite par elles est égale à la différence qui existe entre P et h'; de sorte que $P-h'$ est l'exacte expression de leur somme, et peut servir à mesurer leur intensité.

Si l'eau n'est pas en repos au pied du tubage, lorsque le robinet est fermé, la valeur de P est elle-même influencée par certaines résistances ; mais $P-h'$ représentera toujours l'excès de résistance qui s'est manifesté par suite du changement d'état du puits ; ou, en d'autres termes, la résistance due à l'état actuel de l'écoulement des eaux.

Si donc R est cette résistance, on aura :

$$R = P - h'.$$

Observons que la résistance R se divise naturellement en deux parties distinctes : l'une, qui

s'opère dans le trajet souterrain avant que l'eau entre dans le tubage, et l'autre qui se produit dans les tuyaux eux-mêmes. Nommons r la première de ces deux quantités, et r la seconde, R sera égal à $r + r$, et l'équation précédente deviendra :

$$r + r' = P - h',$$

d'où l'on tire :

$$r = P - h' - r',$$

ou bien enfin, en remplaçant h' par son équivalent $p + h$,

$$r = P - p - h - r'.$$

En se basant sur les dispositions du tubage telles que diamètre, longueur, coudes, etc., on pourra calculer d'une manière très-rapprochée la valeur de r', ce qui donnera immédiatement celle de r, puisque alors les quatre termes du second membre de l'équation se trouveront connus.

On peut donc ainsi mesurer les résistances que déterminent, dans les couches aquifères, des causes dont les détails compliqués échappent à toute espèce d'investigation.

Il sera fort intéressant de rechercher les valeurs de r se rapportant aux diverses positions du robinet. Afin même de pouvoir saisir d'un coup d'œil la marche des variations que cette résistance éprouve à mesure que le volume d'eau débité augmente ou diminue, on pourra la représenter par une courbe dans laquelle, par exemple, h serait pris pour abscisse et r pour ordonnée. Les observations successives détermineraient une suite de points, qu'il suffirait ensuite de relier entre eux, pour obtenir la série continue des valeurs de r, correspondantes à celle de h.

Ce moyen bien connu d'interpolation graphi-

que est d'une grande commodité; il sera surtout avantageux dans la circonstance actuelle, où les valeurs de h, calculées sur des données d'expériences, ne suivent pas une progression aussi régulière que si elles étaient directement choisies par l'observateur. On devra au surplus appliquer ce système aux résultats obtenus dans les opérations de jaugeage décrites ci-dessus, afin d'établir une relation non interrompue entre p et h; ce qui déterminera h d'après p, ou réciproquement, pour les valeurs mêmes comprises entre celles de deux observations consécutives.

Avant d'aller plus loin, je dois faire, au sujet de ces courbes, une remarque importante : le champ des expériences possibles, sur un puits artésien, ne donnera généralement, pour h, que de faibles valeurs, qui s'accroîtront lentement, et dont les limites extrêmes seront fort resserrées, puisqu'une vitesse de trois mètres par seconde, dans le tuyaux, suppose simplement h égal à $0^m,459$.

Cela n'aura pas beaucoup d'inconvénient lorsqu'il s'agira de représenter des valeurs de h, correspondant à des valeurs données de p; Mais lorsqu'il faudra, au contraire, partir de h connue et considérée comme abscisse pour fixer, au moyen d'une ordonnée, la valeur relative de r, de r' ou de h', la portion de courbe résultant de l'ensemble des expériences se maintiendra voisine de l'axe des y et s'éloignera ou se rapprochera rapidement de celui des x. Si, dans une pareille disposition, on rapporte sur l'axe une longueur d'abscisse légèrement altérée, ou que l'on élève une ordonnée déviant un peu du parallélisme exact, il en résultera indubitablement une erreur notable sur la valeur de l'ordonnée. Au lieu donc

de prendre pour abscisses les valeurs de h, ainsi que cela a été indiqué, en premier aperçu, il sera beaucoup plus sûr d'employer un multiple de ces valeurs, en faisant, par exemple, $x = 25h$.

Les considérations qui précèdent permettront de construire avec facilité la courbe représentant la résistance r, dans toutes ses modifications. Il sera curieux de mettre en regard de cette courbe celle que le même procédé donnera pour r', afin de comparer, dans leur marche, ces deux résistances de nature si peu semblable et de suivre les analogies ou les différences qui s'y manifesteront. Ces rapprochements donneront, sans nul doute, dans chaque cas particulier, de bons et utiles enseignements sur les obstacles souterrains que l'eau doit vaincre avant de parvenir au tuyau d'ascension.

Vu la forme bien définie de l'expression mathématique de r', on pourra tracer de prime-abord la courbe qui lui est relative, sans qu'il soit nécessaire de la calculer, point par point, pour la vitesse d'ascension de chaque expérience. En effet la résistance que l'eau éprouve dans une conduite où elle se meut, avec la vitesse v, est égale à $mv^2 + nv$; m et n étant des coefficients constants, que l'on déterminera avec exactitude, lorsque tous les détails relatifs à la manière d'être de la conduite seront parfaitement connus.

On sait d'ailleurs que

$$h = 0{,}051v^2;$$

d'où

$$25h = x = 1{,}275v^2.$$

On en déduit

$$v^2 = 0{,}7847x,$$

et

$$v = 0{,}8858\sqrt{x}.$$

En substituant dans la valeur de la résistance ces expressions de v^2 et de v en fonction de x, et en désignant la résistance elle-même par y, on aura

$$y = 0,7847m.x + 0,8858n\sqrt{x},$$

ou simplement

$$y = ax + b\sqrt{x}.$$

Cette équation, complétée par l'addition du double signe affectant le radical et transformée ainsi en

$$y = ax \pm b\sqrt{x},$$

représente une parabole passant par l'origine des coordonnées, où elle est touchée par l'axe des y, et ayant pour diamètre la droite dont l'équation est

$$y = ax.$$

Si l'on rapporte momentanément la courbe à un système de coordonnées obliques composé de l'ancien axe des y et du diamètre dont on vient de parler, son équation deviendra

$$y'^2 = \frac{b}{\sqrt{1+a^2}}x';$$

et cette nouvelle forme permettra de la construire facilement et avec toute la précision que l'on pourra désirer.

Il suffira de tracer, dans les limites assignées par les expériences, la partie de cette parabole supérieure au diamètre, et qui était représentée par l'équation

$$y = ax + b\sqrt{x};$$

la partie inférieure, exprimée par

$$y = ax - b\sqrt{x},$$

est évidemment en dehors des conditions du problème.

Lorsque la courbe de r' aura été dessinée avec soin, il deviendra inutile de calculer directement, par la formule indiquée ci-dessus, les valeurs de r. On pourra même rassembler, dans une figure, tous les éléments du jaugeage d'un puits artésien, en réunissant avec un peu d'adresse, à cette courbe de r', les résultats des observations manométriques qui ont établi la série des valeurs simultanées de p et de h.

Soit en effet AM (*Pl. XI*) la courbe de r' construite d'après son équation. Si la distance AC est égale à vingt-cinq fois la valeur de h correspondante à l'ouverture complète du robinet, BC représentera la résistance qui s'opère dans les tuyaux, pour cet état du puits, et AHB sera la portion de la courbe de r' comprise entre les limites des expériences. Prenons, d'autre part, sur l'axe des y, AD=P et, par le point D, menons la ligne droite DE parallèle à l'axe des x et DF inclinée sur DE, dans le rapport de 1 à 25, de sorte que DL égale 25 LK, quelle que soit la distance qui se trouve entre le point D et le point L. LK sera toujours alors la longueur de h relative à la position de l'ordonnée LG, et PO représentera h, pour le cas particulier où le robinet est entièrement ouvert; mais, dans cette circonstance, on a $p=o$ et l'expression de P se trouve réduite à

$$P=h+r+r'.$$

D'où l'on doit conclure que la ligne O B est égale à r, puisque l'on a en même temps PC=P, PO=h et BC=r'.

Le point O est donc l'extrémité de la courbe dont

les ordonnées représenteraient les valeurs successives de $r+r'$ ou de R. A est d'ailleurs l'autre extrémité de cette courbe ; car, à l'origine, lorsque $h=o$, les résistances r et r' sont aussi toutes les deux nulles.

Pour montrer comment se détermineront les points intermédiaires, élevons une ordonnée quelconque GL comprise entre A et C ; elle coupera la courbe AHM en H, la ligne DO en K et DE en L. Nous aurons, en premier lieu, $KL=h$ et $GH=r'$.

Portons ensuite de K en I, la valeur de p correspondante à $h=LK$; HI représentera r, ainsi qu'on peut le voir en rapprochant, de l'équation

$$P=p+h+r+r'$$

les quatre parties dans lesquelles se subdivise la ligne LG. Le point I appartient par conséquent à la courbe cherchée.

Lorsque cette courbe aura été tracée d'après les diverses données des expériences, la figure, complétée par elle, fournira une solution graphique immédiate, pour tous les états du puits artésien.

Que l'on veuille, par exemple, trouver les éléments relatifs à une certaine valeur de p : on portera cette valeur sur l'axe des y, de D en R ; par le point R on mènera une parallèle à DO, laquelle viendra couper en I la courbe AIO ; puis on abaissera l'ordonnée LG passant par le point d'intersection I. La hauteur d'eau h sera représentée par LK, ou par $\frac{AG}{25}$ qui donnera plus rigoureusement son expression numérique ; KI est la valeur de p servant de base à l'opération ; enfin la ligne IH est égale à r, et HG l'est à r'.

gues, qui ne pourraient pas trouver place dans la figure sans que l'échelle en fût réduite; et il importe au contraire de maintenir celle-ci aussi grande qu'il sera possible. On pourra, pour les puits abondants faire simplement $y=200$ Q. Ce qui transformera l'équation précédente en

$$y^2=19360.D^4.x.$$

Chaque mètre d'ordonnée de cette parabole représente cinq litres d'eau écoulés par seconde : c'est un litre pour 0^m,20. On tracera facilement cette courbe lorsque D sera connu.

Supposons maintenant qu'après un intervalle de temps plus ou moins long, on observe une diminution dans le produit du puits artésien sur lequel on a opéré. La pression manométrique et la résistance souterraine qui, pour la vitesse due à la hauteur h, étaient représentées par p et r seront modifiées et deviendront p_0, r_0. La résistance r', dépendant uniquement des dimensions de la conduite, demeurera constante, et la pression manométrique qui se produit lorsque le robinet est fermé, sera généralement réduite de P, à P-α.

De même que l'on avait antérieurement

$$r=P-p-h-r',$$

les nouveaux éléments seront reliés entre eux par l'équation

$$r_0=P-\alpha-p_0-h-r';$$

on en déduit par une simple soustraction

$$r_0-r=p-\alpha-p_0.$$

Cette expression du changement survenu dans les résistances intérieures pourrait être discutée directement; mais il est plus commode de revenir à la figure déjà employée.

Portons, pour cela, sur l'axe des y, de D en d, la longueur de x; Ad sera la nouvelle pression manométrique relative à $h=o$. Par le point d menons les parallèles dE', dF', aux lignes DP et DO. Soit enfin l'abscisse Ac égale à vingt-cinq fois la valeur qu'a prise h, pour le degré d'ouverture complète du robinet.

La droite cP' élevée par le point c, perpendiculairement à l'axe des x, coupera dF' en un point o, qui formera l'extrémité de la courbe dont les ordonnées représentent $r_o + r'$. Chaque autre point de cette courbe, tel que I', se déterminera en rapportant de K' en I', la valeur de p_o donnée par l'expérience pour $h = $ K'L' ou $\frac{AG}{25}$. On voit de suite que $r_o - r$ est exactement mesuré par la différence II' existant entre les ordonnées correspondantes des courbes Ao et AO.

L'inspection de ces courbes suffit donc pour faire connaître les modifications subies par les résistances que les eaux éprouvent, dans le sol, jusqu'au moment où elles parviennent au pied du tubage. Il est au surplus très-facile, en rapportant pour chaque point, de G en I''', la portion d'ordonnée AI', d'obtenir la courbe AO''', qui donne la valeur de r_o et se trouve immédiatement comparable à AO''.

Il faut bien remarquer que, dans ces diverses courbes, il n'est pas question de résistances intérieures prises d'une manière absolue : r et r_o expriment seulement la quantité dont les résistances entières dépassent celle qui peut avoir lieu pour $h = o$. En d'autres termes, la série des valeurs successives de ces deux variables, ou les courbes AO'', AO''', représentent l'accroissement de la

résistance absolue, au-dessus d'une quantité constante égale à la résistance qui se produit encore à la base du puits, lorsque le robinet est complétement fermé.

Ainsi, les courbes AO″ et AO‴, telles qu'elles sont tracées et sans changer de forme, représenteraient les résistances absolues, si chacune d'elles était supposée se rapporter à un nouvel axe des x parallèle à Ax, et placé à une certaine distance au-dessous de cette ligne.

Les résistances r et r_0 se trouvant ainsi définies avec toute la précision nécessaire, revenons à la discussion commencée.

Lorsqu'un puits artésien éprouve une altération, ce fait est aussitôt rendu sensible par un changement dans le volume d'eau fourni; mais il s'exerce en même temps sur la résistance intérieure une influence dont les résultats sont aussi ostensibles, puisqu'ils consistent dans la transformation de la courbe AO en A_0, ou dans celle de AO″ en AO.

Les expériences mettent donc en lumière deux actions distinctes qui doivent évidemment se produire l'une et l'autre d'une manière particulière, selon la nature de leur commune origine, et dont les effets bien étudiés pourront, dès lors, être employés avec avantage dans la recherche de la cause perturbatrice. Les résistances intérieures étant plus faciles à suivre et à apprécier dans leurs modifications diverses, c'est de leur marche que l'on pourra surtout tirer parti, pour parvenir au résultat cherché. Afin de montrer quelle relation il peut exister entre la cause perturbatrice et les effets de frottements intérieurs, admettons un puits artésien atteignant, à sa base, une couche aquifère

dans laquelle le liquide soit sensiblement en repos, lorsque le robinet est fermé ; et supposons qu'un éboulement de sable et de rochers, déterminé par l'agrandissement successif des canaux souterrains, vienne tout à coup obstruer les passages par lesquels l'eau doit se rendre à l'orifice inférieur du tubage. Il est évident que l'accroissement de résistance intérieure, occasionné par cet obstacle, sera d'autant plus considérable que l'eau sera douée d'une vitesse plus grande : ainsi la courbe de r_0 s'éloignera plus rapidement de l'axe des x que ne le fait la courbe de r. En second lieu, le déplacement des sables ne peut influer en rien sur la pression manométrique correspondante à $h = o$, puisque l'eau est alors sans mouvement au pied du tube; α est donc nul, et la ligne DF, au lieu d'être remplacée par dF', se maintient dans la figure, où elle fixe, entre les points A et O', le tracé de la courbe représentant $r' + r_0$.

Si, au lieu d'un éboulement de sable, il fût arrivé, dans le même puits, un abaissement de niveau, permanent ou momentané, du réservoir alimentaire, les produits auraient diminué pour chaque degré d'ouverture du robinet; mais, comme aucune circonstance ne peut tendre, en pareil cas, à modifier les frottements souterrains, lorsque la vitesse de l'eau reste la même, il est sûr que les droites dF' et c P' auraient été disposées de manière à se couper en un point quelconque T de la courbe AO, et qu'entre les limites A et T, la courbe de $r^{\circ} + r'$ se serait confondue avec celle de $r' + r$.

Je ne développerai pas davantage ces considérations déjà trop étendues; je dois même ajouter qu'il est loin de mon intention de proposer,

comme modèle à suivre dans la pratique, les formes de calcul et les dispositions auxquelles j'ai été conduit par des raisonnements généraux : c'est lorsque des suites d'observations auront été soigneusement recueillies, que l'on devra chercher, et que l'on trouvera, sans aucun doute, les méthodes les plus favorables pour les mettre en œuvre.

L'essai théorique que j'ai joint prématurément à la description de mon procédé de jaugeage, a pour but unique de montrer, par des aperçus positifs, que les expériences auxquelles on voudra bien se livrer serviront infailliblement aux progrès ultérieurs de la science.

DE LA PERIKLASE,

Nouvelle espèce minérale du mont Somma.

Par M. SCACCHI, Professeur de minéralogie à Naples.

(Traduit de l'italien par M. DAMOUR.)

Dans une ancienne collection de minéraux de choix du Vésuve, j'ai trouvé une substance vitreuse, d'un vert obscur, confusément cristallisée, empâtée dans une roche calcaire, à la manière de la gehlenite de Fassa. Les autres caractères extérieurs de cette substance réunissent en apparence toutes les conditions qui distinguent les espèces de la nombreuse famille des silicates. Des recherches plus approfondies sur sa forme cristalline et sur sa composition chimique m'ont permis de reconnaître ensuite qu'elle constituait une espèce inconnue, jusqu'à ce jour, aux minéralogistes. Analogue au corindon, que l'on sait être uniquement formé d'alumine, cette substance est essentiellement composée de magnésie. Parmi les propriétés les plus remarquables qui la font distinguer particulièrement, on doit considérer en premier lieu la facilité avec laquelle elle se laisse cliver, suivant trois directions parallèles aux faces d'un cube. C'est ce caractère qui m'a porté à lui donner le nom de *Periklase*.

Description.

La periklase est une substance vitreuse, transparente, d'un vert obscur, cristallisant en octaèdres réguliers, avec un clivage parfait, parallèle aux

faces d'un cube; infusible au chalumeau; soluble entièrement dans les acides lorsqu'elle est en poudre. Dureté presque égale à celle du feldspath. Pesanteur spécifique = 3,75. Composée de magnésie et d'un peu de protoxyde de fer.

Cette espèce se rencontre dans les blocs de roches calcaires de la Somma; elle est associée au péridot blanc bien cristallisé et au carbonate de magnésie terreux. Par sa couleur, elle ressemble beaucoup à certaines variétés d'olivine vert-obscur. Sa disposition dans les roches alcalines est analogue à celle de la gehlenite de Fassa et de certaines variétés de humboldtilite. Sur le peu d'échantillons que j'ai pu examiner, ses cristaux sont confusément groupés; mais en dissolvant la gangue dans les acides, j'ai obtenu quelques cristaux bien conformés en octaèdres réguliers. En brisant leurs fragments avec adresse, on les divise suivant trois directions également faciles à obtenir, et parallèles aux faces d'un cube; les clivages sont si nets et si brillants, qu'ils se prêtent aisément à la mesure de leurs inclinaisons, au goniomètre à réflexion. Je me suis assuré par ce moyen que les trois directions du clivage se coupaient à angle droit. Les fragments de periklase obtenus par le clivage sont de couleur verdâtre et transparents; mais lorsque après les avoir dégagés complétement de leur gangue, au moyen de l'eau acidulée, on les observe à la lumière réfléchie, ils paraissent souvent de couleur noirâtre un peu irisée, et opaques. Si on les regarde ensuite par transparence, ils paraissent verdâtres et translucides. Ils sont assez durs pour rayer le verre; le feldspath les raye avec difficulté. A la flamme du chalumeau, ils conservent leur transparence et ne donnent aucun signe

de fusibilité. Pulvérisés et tenus dans la flamme intérieure avec du carbonate de soude, ils communiquent à ce sel une couleur jaune-brunâtre sur quelques points, après le refroidissement; mais si l'on dissout le sel dans l'eau, la poudre reste comme inattaquée et sans aucun indice apparent de décomposition. Les mêmes fragments de periklase tenus pendant quelques jours dans l'acide nitrique et dans l'acide muriatique se conservent sans se dissoudre, mais leur poussière, lorsqu'elle est très-fine, se dissout avec facilité et complétement. Quand la solution se fait avec l'acide nitrique, il se dégage des vapeurs rougeâtres, et l'ammoniaque donne lieu à un précipité roux. Dans la dissolution hydrochlorique, le précipité produit par l'ammoniaque est verdâtre. Si l'on filtre la liqueur qui contient un excès d'ammoniaque, le phosphate de soude y produit un précipité blanc, granuleux, lequel, recueilli sur un filtre et chauffé à la flamme de chalumeau avec du nitrate de cobalt, se colore en violet.

Mes essais chimiques pour connaître la nature de cette espèce minérale ne m'ont indiqué en elle rien autre chose que la magnésie et le protoxyde de fer. J'ai fait une recherche particulière de la silice, de l'alumine, de la chaux, des alcalis et du manganèse que l'on pouvait supposer faire partie de sa composition, et je n'ai pu en découvrir aucune trace. D'autres essais m'ont également donné un résultat négatif, quand j'ai voulu m'assurer si le minéral contenait du chlore, du fluor ou de l'acide sulfurique. Je n'ai pas omis la recherche de l'eau : à cet effet, j'ai maintenu, dans un creuset de platine rouge, pendant environ une demi-heure, 0 ,307 de la substance en poudre, et j'ai trouvé

qu'après le refroidissement elle n'avait pas perdu plus d'un demi-milligramme de son poids.

Le dégagement de vapeurs rutilantes qui se manifeste lorsqu'on dissout la periklase dans l'acide nitrique, et la couleur verdâtre du précipité que forme l'ammoniaque dans la dissolution hydrochlorique de ce minéral, m'ont permis de conclure que le fer s'y trouve à l'état de protoxyde; pour en avoir une autre preuve, j'ai traité une portion de la même solution muriatique avec le cyanure ferrico-potassique qui a donné immédiatement un abondant précipité bleu. Divers essais qualitatifs m'avaient déjà démontré que la magnésie était en quantité bien supérieure à celle de l'oxyde de fer, et c'est ce que constate l'analyse quantitative que j'ai faite d'après la méthode qui suit :

J'ai placé $1^{gr},313$ de periklase finement pulvérisée, dans une capsule de porcelaine, avec le double environ d'acide nitrique pur. Après avoir un peu remué le mélange, il s'est manifesté un commencement d'effervescence qui, en peu d'instants, est devenue très-forte, accompagnée d'une chaleur intense. Cette effervescence, qui dura peu de temps, ayant cessé, j'ai trouvé, après le refroidissement, que le mélange était converti en une masse solide de couleur rouge, à laquelle j'ai ajouté le quadruple environ de son volume d'acide nitrique avec un peu d'eau. En exposant la capsule à une douce chaleur, la masse s'est dissoute en laissant quelques grains du minéral inattaqués. Ces grains restaient facilement au fond du vase. La dissolution a pris une couleur jaune pâle. La petite portion de poudre non attaquée par l'acide, ayant été séparée par la filtration et lavée convenablement,

j'ai trouvé qu'elle pesait $0^{gr},016$; observée ensuite au microscope, je l'ai reconnue formée de petits grains blancs et vitreux; il m'a été facile de juger que ces grains appartenaient au péridot blanc qui accompagne la periklase.

Dans la dissolution acide réunie aux eaux de lavage, j'ai versé de l'ammoniaque en excès. J'ai séparé par la filtration le précipité brun qui s'est formé; je l'ai lavé jusqu'à ce que les eaux, passant à travers le filtre, eussent cessé de produire aucun dépôt par l'évaporation sur la feuille de platine, et je l'ai mis en réserve, à l'état de protoxyde de fer. La liqueur filtrée a été évaporée à siccité dans une capsule de porcelaine couverte d'un entonnoir de verre pour empêcher la perte que la projection aurait entraînée vers la fin de l'opération. Le nitrate de magnésie et d'ammoniaque ainsi obtenu à l'état solide a été soigneusement détaché de la capsule et, en le réunissant à la petite portion restée adhérente à la paroi interne de l'entonnoir, je l'ai introduit dans un creuset de platine maintenu à la chaleur rouge tant qu'a duré le dégagement de vapeurs rougeâtres; le sel ammoniac s'est complétement sublimé. La poudre blanche restée dans le creuset a été humectée d'eau distillée, à laquelle j'ai ajouté ensuite de l'acide sulfurique versé goutte à goutte, et en quantité supérieure à celle nécessaire pour faire passer toute la magnésie à l'état de sulfate. Le sulfate de magnésie a été desséché à une très-douce chaleur, et ensuite maintenu au rouge pendant environ une demi-heure, pour chasser l'excès d'acide; le creuset refroidi, le sel en a été rapidement détaché et mis à part pour être pesé.

Après avoir pesé le sulfate de magnésie, comme

je le dirai par le suite, voulant m'assurer de sa pureté, j'ai renouvelé sur ce sel plusieurs essais, parmi lesquels je citerai les plus importants, pour reconnaître la présence de la soude que je pensais avoir pu échapper à mes précédentes recherches, vu la faible quantité de matière employée. Le sulfate de magnésie, mis dans l'eau distillée, s'est complétement dissous; après y avoir ajouté une solution de nitrate de baryte en excès, j'ai séparé par la filtration le précipité de sulfate de baryte. La solution de nitrate obtenue de cette manière a été desséchée, et la masse sèche maintenue dans un creuset de platine rougi, jusque après le dégagement complet de vapeurs rougeâtres. J'ai ajouté un peu d'eau bouillante à la masse restée dans le creuset; j'ai recueilli sur un filtre tout ce qui n'a pu se dissoudre. A la liqueur filtrée, j'ai ajouté une solution de carbonate d'ammoniaque jusqu'à la complète précipitation de la baryte à l'état de carbonate, que j'ai de nouveau séparée par la filtration.

La liqueur ainsi séparée de la magnésie et de la baryte, et qui aurait dû contenir de la soude, si cet alcali eût existé dans la periklase, a été évaporée dans un creuset de platine, et après la volatilisation du sel ammoniac, elle n'a laissé qu'un résidu insignifiant que je regarde comme formé d'un peu de magnésie et de baryte restés en solution dans la liqueur. Ce résidu, extêmement faible, ne s'est point dissous dans quelques gouttes d'eau que j'ai versées.

Le peroxyde de fer obtenu dans l'analyse de la periklase pesait, déduction faite des cendres du filtre : 0gr,124. Le sulfate de magnésie, après avoir été chauffé au rouge pour chasser l'eau ab-

sorbée, pesait 3gr,396. Par conséquent, en évaluant la quantité de protoxyde de fer d'après le poids du peroxyde, et la magnésie, d'après le poids du sulfate, l'analyse du minéral soumis à l'examen m'a fourni :

	gr.
Magnésie.	1,155
Protoxyde de fer. . .	0,111
	1,266

Déduisant de la matière employée à l'analyse 0gr,016 de partie non dissoute, il reste 1gr,297 qui produisent en 100es.

Magnésie.	89,04
Protoxyde de fer. . .	8,56
Perte.	2,40
	100,00

Il est facile de reconnaître que la perte, dans cette analyse, a porté sur la magnésie, tant parce qu'un peu de nitrate magnésique est resté attaché à la capsule de porcelaine, que parce qu'une petite quantité de sulfate magnétique adhérait aux parois du creuset de platine, ce sel n'ayant pu être pesé avec le creuset. Je crois qu'on peut établir que cette nouvelle espèce minérale est formée d'environ 91 parties de magnésie et de 9 parties de protoxyde de fer. L'absence de rapports entre ces deux composants permet de conclure, sans crainte de tomber dans une erreur grave, que l'oxyde ferreux n'est pas ici en quantité déterminée, et qu'il remplace la magnésie comme isomorphe. Cette opinion paraîtra plus vraisemblable, si l'on considère que la couleur verte de la periklase, présentant divers degrés d'intensité, semble démontrer que cette substance ne ren-

ferme pas le fer dans des proportions toujours constantes.

Cette espèce, à beaucoup d'égards, mérite de fixer l'attention des minéralogistes. D'abord elle est la seule qui se trouve à l'état cristallin parmi les oxydes métalliques connus dans la nature, chez lesquels 1 atome de base est combiné à 1 atome d'oxygène. Les autres oxydes, ou ne se trouvent pas cristallisés, ou sont en proportions atomiques différentes de celle-ci. Outre l'oxyde noir naturel de fer, il n'y a que le cuivre oxydulé qui, à l'égal de la periklase, cristallise en octaèdres réguliers ou en formes dérivant du même système. Mais le cuivre oxydulé se compose de deux atomes de cuivre et d'un atome d'oxygène. Ayant reconnu dans la periklase la présence du protoxyde de fer, qui semble se substituer à la magnésie, il devient facile de conjecturer que si le protoxyde de fer se trouvait à l'état de pureté, ses cristaux appartiendraient au même système de l'octaèdre régulier. Enfin, cette nouvelle espèce, de la famille des magnésies, occupe une place identique à celle du corindon, dans la famille des aluminides, et ses rapports avec la brucite (magnésie hydratée) sont analogues aux rapports du corindon avec la gibsite. Sa pesanteur spécifique est très-rapprochée de celle du corindon; et comme l'état cristallin, ou, ainsi qu'on a coutume de le dire, la force de cohésion, dans cette dernière espèce minérale, rend l'alumine inattaquable aux acides, de même dans la periklase, une propriété semblable se représente en quelque sorte, puisque ce minéral résiste à l'action des acides lorsqu'il n'est pas pulvérisé.

Dans la même roche calcaire qui sert de gangue

à la periklase, et entre les cristaux de cette dernière espèce, il existe ordinairement une substance blanche, terreuse, qu'à ses caractères extérieurs on reconnaît facilement pour être du carbonate de magnésie. Et comme cette espèce n'était pas encore connue parmi les produits de la Somma, j'ai voulu m'assurer, par des essais chimiques, si je ne m'étais pas trompé sur sa nature. En ayant fait dissoudre une petite quantité dans l'acide hydrochlorique, il s'est manifesté une effervescence; dans la liqueur acide, j'ai versé de l'ammoniaque en excès, sans qu'il y eût formation d'aucun précipité. Cette même liqueur, devenue alcaline, ne s'est nullement troublée, lorsque je l'ai traitée par l'oxalate d'ammoniaque (d'où j'ai conclu qu'elle ne renfermait pas de chaux); mais avec le phosphate de soude, j'ai obtenu une grande quantité d'un précipité blanc, qui, recueilli sur un filtre et soumis à l'action du chalumeau avec du nitrate de cobalt, s'est fortement coloré en violet. Ces essais m'ont confirmé dans l'opinion que la substance terreuse était un carbonate de magnésie pur; il est remarquable que dans la roche calcaire, gangue de la periklase (cette espèce pouvant être considérée comme magnésie ferrifère), il s'est formé dans le même temps du carbonate de magnésie et du péridot blanc, que l'on sait être composé seulement de silicate de magnésie.

La periklase est au nombre des espèces les plus rares de la Somma; du moins, jusqu'à ce moment, je n'ai pu en trouver que de très-faibles quantités, et je ne sache pas que d'autres personnes que moi l'aient rencontrée. Mais il est possible qu'elle ait été confondue avec certains minéraux de la même localité, et particulièrement

avec la humboldtilite, le pyroxène, l'olivine et le pléonaste; elle ressemble, en effet, à quelques variétés confusément cristallisées de ces différentes espèces; cependant, si l'on fait attention à son clivage, également net, dans trois directions qui se coupent à angle droit, on aura un caractère qui, s'il n'est pas toujours facile à reconnaître sur les petits fragments, offre du moins assez de sûreté dès qu'on peut l'observer, pour empêcher de confondre ce minéral avec aucune des substances indiquées ci-dessus.

La periklase et le pléonaste ayant une même forme cristalline, il sera d'autant plus facile, à la première vue, de confondre ces deux espèces, que l'on rencontre quelquefois parmi les produits de la Somma, un pléonaste vert et transparent, associé souvent au péridot blanc au milieu des roches calcaires; mais l'éclat des cristaux de pléonaste ne se trouve point dans les échantillons de periklase; en outre, la dureté des premiers, plus forte que celle du quartz, et leur insolubilité dans les acides, même après qu'ils ont été pulvérisés, suffisent pour éloigner toute incertitude. Le pyroxène bien cristallisé ne présente aucune difficulté pour être distingué de la periklase; il pourrait être plus aisément confondu avec cette espèce, lorsque ses cristaux sont mal conformés; il présente à la vérité un clivage très-net, mais seulement dans deux directions qui ne se coupent pas à angle droit. Le pyroxène est insoluble dans les acides et se fond à la flamme du chalumeau: le contraire a lieu pour la nouvelle espèce. Quant à la humboldtilite, elle est toujours de couleur plus claire, tirant plutôt sur le jaunâtre que sur le vert; elle fond à la flamme de chalumeau, bien qu'avec

une certaine difficulté; elle n'offre qu'un seul clivage médiocrement distinct, et se dissout dans les acides en formant une gelée, sans même avoir été préalablement réduite en poudre. Enfin l'olivine, simple variété du péridot, et qui montre la plus grande ressemblance avec la periklase, par sa couleur et par la nature de ses composants, ne présente de clivage net que dans une seule direction. La forme de ses cristaux, souvent facile à reconnaître, se rapporte à un prisme droit à base rectangulaire, avec diverses troncatures sur les angles et sur les arêtes. Sa dureté surpasse celle du feldspath, et sa poudre est insoluble dans les acides (1).

Parmi les nombreuses variétés de péridot que l'on rencontre au Vésuve, il en est de vertes passant quelquefois au brun sombre, et plus ordinairement au jaune; on leur donne habituellement le nom d'olivine; elles se trouvent non-seulement dans les blocs erratiques de la Somma, mais aussi dans les laves de notre volcan, soit anciennes, soit nouvelles; d'autres variétés sont de couleur blanchâtre passant souvent au jaune, et rarement entièrement blanches et transparentes; ces dernières se trouvent seulement dans les blocs erratiques de la Somma. Sans entrer dans les détails de tous les caractères de chacune d'elles, ce qui serait étranger au sujet de ce mémoire, je dois faire observer que les variétés blanches ont reçu à tort, de nos marchands de minéraux, le

---

(1) Toutes les variétés d'olivine que j'ai pu essayer jusqu'à ce jour se décomposent complétement dans les acides, à chaud, et forment une gelée.

(*Note du traducteur.*)

nom de monticellite, puisque la monticellite, telle que Brooke l'a décrite, malgré la conformité de ses caractères cristallographiques avec ceux du péridot, ne résiste pas à l'action des acides, et que sa dureté est inférieure à celle du feldspath : tandis que les variétés que je viens d'indiquer sont insolubles dans les acides et rayent le feldspath. J'ai trouvé leur composition identique à celle du péridot. Cependant j'ai rencontré quelquefois, mais rarement, dans les blocs calcaires de la Somma, certains cristaux blancs tirant sur le jaune, semblables au péridot blanc, et dont les faces mesurées au goniomètre d'application présentaient les mêmes inclinaisons que celles du péridot. Mais ces cristaux se distinguent par leur éclat velouté, par leur dureté inférieure à celle du feldspath, par la grande facilité avec laquelle leur poudre se dissout dans les acides, et par leur composition que j'ai trouvée représentée par 1 at. de silicate de chaux, uni à 1 at. de silicate de magnésie $(3MnO + SiO^3) + (3CaO + SiO^3)$. Il me semble que ces propriétés permettent de les rapporter à la monticellite de Brooke, et alors cette espèce, par le rapprochement de beaucoup de caractères, pourra plus facilement être confondue avec la periklase. Lorsque la forme cristalline ne sera pas assez nette pour enlever toute espèce de doute sur leur nature, la première de ces deux substances pourra être reconnue en ce qu'après l'avoir dissoute dans les acides, il restera de la silice en gelée, et aussi parce que sa dissolution donne très-facilement l'indice de la chaux avec l'oxalate d'ammoniaque. La seconde sera distinguée ensuite, par son clivage facile, suivant les directions ci-dessus indiquées.

NOTE DE M. DAMOUR.



M. Scacchi ayant bien voulu me remettre un échantillon de periklase, j'ai, à sa demande, renouvelé quelques essais pour continuer l'étude de ce minéral intéressant. Mes expériences sur sa dureté, sa pesanteur et son infusibilité ont parfaitement concordé avec celles qui sont décrites ci-dessus. J'ai reconnu également que le clivage de cette substance se faisait dans trois directions perpendiculaires aux axes de l'octaèdre régulier.

Nous avons vu que la recherche de l'acide sulfurique, du chlore et du fluor avait été faite par M. Scacchi, sans que la moindre trace de ces différents corps eût été reconnue. Il m'a paru utile d'examiner si l'acide carbonique ou l'acide phosphorique existaient dans ce minéral. A cet effet, environ $0^{gr.},500$, préalablement lavés avec de l'eau acidulée pour séparer le carbonate de magnésie adhérent, et pulvérisés avec soin, ont été mis en contact avec de l'acide nitrique faible, et le tout exposé à une température inférieure au degré d'ébullition de l'eau. La matière s'est dissoute peu à peu, sans donner lieu au moindre dégagement de gaz. Il m'a paru résulter de ce caractère que le minéral ne contenait pas d'acide carbonique.

La dissolution a été évaporée avec précaution jusqu'à siccité. Le résidu salin mêlé avec du carbonate de potasse en grand excès a été fondu dans un creuset de platine et maintenu pendant une heure au rouge cerise. La matière fondue et re-

froidie a été dissoute dans l'eau et la dissolution filtrée. La liqueur contenant du carbonate de potasse en excès a été rendue légèrement acide, au moyen de l'acide nitrique, et chauffée pour faire dégager l'acide carbonique. Après y avoir ajouté un peu de nitrate de chaux, je l'ai saturée avec de l'ammoniaque qui n'a produit aucun précipité. Cette liqueur ne contenait donc pas d'acide phosphorique. La matière restée sur le filtre consistait uniquement en carbonate de magnésie mêlé d'une quantité notable d'oxyde ferrique.

J'ai fait deux analyses de la periklase; la première sur 0gr.,9820; la deuxième sur 0gr.,8135.

Le minéral réduit en poudre et séché a été dissous dans l'acide nitrique. J'ai séparé une petite quantité de matière sableuse inattaquée. L'excès d'acide contenu dans la liqueur ayant été chassé par l'évaporation, j'ai repris la masse saline par une grande quantité d'eau, et j'ai fait bouillir le tout dans une fiole recouverte d'un entonnoir pour empêcher toute projection. Le fer s'est précipité en totalité à l'état d'oxyde ferrique. Cet oxyde a été recueilli sur un filtre lavé, chauffé au rouge et pesé.

A la liqueur séparée de l'oxyde ferrique, j'ai ajouté de l'acide sulfurique en quantité plus que suffisante pour décomposer le sel magnésique. Je l'ai fait évaporer ensuite dans un creuset de platine. La masse sèche a été chauffée au rouge et pesée avec le creuset après le refroidissement. Elle consistait en sulfate magnésique pur. Ce sel absorbait l'eau avec avidité en développant une chaleur très-forte. Traité par l'hydrosulfate d'ammoniaque, il n'a donné aucun indice de matières métalliques mélangées.

La proportion de magnésie a été déterminée d'après le poids du sulfate magnésique.

En supposant, ainsi que le fait M. Scacchi, le fer à l'état d'oxyde ferreux, j'ai obtenu pour résultats évalués en 100 :

	1re analyse.	2e analyse.
Magnésie.	92,57	91,18
Ox. ferreux	6,91	6,30
Matières insolubles. .	0,86	2,10
	100,34	99,58

Par quelques essais préliminaires, j'avais cherché à établir le degré d'oxydation du fer, en faisant dissoudre quelques décigrammes du minéral dans l'acide hydrochlorique et ajoutant du chlorure aurico-sodique à la dissolution conservée dans un flacon fermé hermétiquement. Bien que la liqueur soit restée en digestion pendant plusieurs jours, je ne pus remarquer aucune trace d'or réduit. Cette expérience ferait croire que la dissolution ne renfermait pas de protoxyde de fer; mais il est possible que la présence d'une quantité relativement très-considérable de chlorure magnésique ait empêché la réduction d'avoir lieu.

Dans un autre essai, je pesai exactement 0gr.,7325 du minéral en poudre sèche ; je le traitai par l'acide nitrique faible qui, à une douce chaleur, ne tarda pas à la dissoudre sans aucun dégagement de gaz. La dissolution fut évaporée dans le creuset même où j'avais pesé la poudre. Enfin la masse saline privée d'une grande partie de son eau de cristallisation et de son acide, fut chauffée progressivement jusqu'au rouge vif. Les nitrates magnésique et ferrique étant ainsi décomposés, il reste de la magnésie mêlée d'acide ferrique.

Les deux oxydes pesaient alors 0gr.,7375. Cette augmentation de poids annoncerait qu'il y a eu suroxydation et rendrait plus probable encore l'opinion que le fer est, dans la periklase, à l'état de protoxyde. Pour rendre cette expérience plus décisive, il eût fallu pouvoir la renouveler sur des quantités variables du minéral; mais j'avais épuisé alors ce qui me restait de l'échantillon consacré à l'analyse.

Si la présence du protoxyde de fer dans cette espèce nouvelle, ne paraît pas démontrée d'une manière bien précise, on pourrait encore présumer qu'elle renferme un mélange d'oxyde ferroso-ferrique; on sait que la forme cristalline de cet oxyde est identique à celle de la periklase.

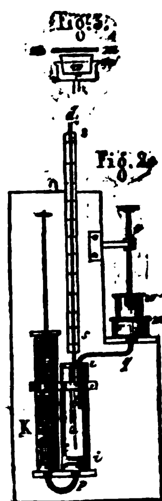
Il est bien à désirer que le minéral remarquable dont nous devons la découverte et la détermination à M. Scacchi, devienne moins rare et soit retrouvé sur place. Sa composition simple et surtout sa forme cristalline doivent lui donner un grand intérêt aux yeux des chimistes et des minéralogistes.

CHIMIE. (EXTRAITS.)

TRAVAUX DE 1842.

1. *Sur un* VOLUMÉNOMÈTRE; par M. Humann Kopp. (Ann. de Ch., t. 6, p. 380.)

J'ai donné ce nom à un nouvel instrument qui peut servir à déterminer facilement le volume d'une substance quelconque solide ou liquide, et par conséquent à obtenir la densité des divers corps pour lesquels les méthodes ordinaires sont insuffisantes.



Cet instrument est construit de la manière suivante : K, *fig.* 2, est un corps de pompe dans lequel se meut un piston plein. Ce corps de pompe communique par sa partie inférieure, au moyen du tube recourbé *p*, avec un cylindre *ii* dont la partie supérieure fermée est traversée par deux tubes *cd* et *iq*. Le tube *cd* droit, ouvert par ses deux extrémités, se prolonge au dehors et est appliqué contre une échelle arbitraire dont le zéro est à peu de distance du cylindre. Le tube *iq*, recourbé comme l'indique la figure, pé-

nètre par le fond dans un vase cylindrique *r* dont les diverses parties sont représentées *fig.* 3. A la partie supérieure du même cylindre *ii* sont fixées plusieurs pointes en platine *a*, *b*. . . ., de différentes longueurs.

Le vase *r* cylindrique peut contenir un autre vase *w* dans lequel on place les corps que l'on veut soumettre à l'expérience. Un disque *mm*, comprimé au moyen d'une vis *t* et d'un corps élastique *u*, peut fermer hermétiquement le vase *r* dont les bords ont été usés à cet effet. Le corps de pompe K, le tube *p* et la partie inférieure du cylindre *ii* sont remplis de mercure.

Cela posé, soit x le volume de l'air renfermé, dans le cylindre *ii* à partir du point *c*, dans le vase *r*, ainsi que dans le tube de communication *iq*. Soit y la quantité de volume dont on l'aura diminué en abaissant le piston de manière à porter le mercure en contact avec la pointe *a*, et soit β la hauteur barométrique ordinaire; on aura pour la hauteur de la colonne de mercure dans *cd*, $\frac{y}{x-y}\beta$, hauteur que l'on peut mesurer et que je supposerai égale à $\frac{1}{n}\beta$, n devant être déterminé exactement une fois pour toutes pour le même point *a*. On aura donc :

$$y = \frac{1}{n+1}x.$$

Si maintenant on introduit dans la capsule *n* un corps de volume connu z, et que l'on comprime encore du volume y, on aura, en désignant par $h\beta$ la nouvelle hauteur de la colonne de mercure dans le tube *cd* :

$$\frac{\frac{x}{n+1}}{(x-z)-\frac{x}{x+1}}\beta=h\beta,$$

d'où

$$x=\frac{(n+1)h}{hn-1}z;$$

de là la valeur de x déterminée une fois pour toutes pour le même instrument.

Enfin, si l'on veut déterminer le volume d'un corps quelconque z_1, on le soumet à l'expérience comme le corps z, et l'on a, en désignant par $h_1\beta$ la hauteur du mercure cd pour le corps z_1 :

$$x=\frac{(n+1)h_1}{h_1n-1}z_1,$$

et cette fois, x étant connu, on en déduit la valeur de z_1.

L'instrument est muni de plusieurs pointes en platine, de sorte que l'on peut faire pour le même corps plusieurs expériences qui se contrôlent et permettent de prendre une moyenne.

Voici quelques résultats obtenus au moyen de cet instrument et qui s'accordent assez bien avec les résultats directs pour donner beaucoup de confiance dans ses indications.

NOMS DES SUBSTANCES.	Densité donnée par le voluménomètre.	Densité par les méthodes ordinaires.
Plomb.	11,404	11,373
Étain.	7,363	7,38
Sel amoniac.	1,50	1,45 Wollastone. 1,53 Mohs.
Chlorure du sodium.	2,15	2,08 Harslen. 2,26 Mohs.

Cette coïncidence m'a porté à employer le voluménomètre pour déterminer la densité de diverses substances pour lesquelles les méthodes ordinaires sont insuffisantes. Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

NOMS DES SUBSTANCES.	Densité.	NOMS DES SUBSTANCES.	Densité.
Pierre ponce.	2,15	Bois de tilleul.	1,13
Cendre de hêtre. . .	2,85	Bois de sapin.	1,16
Farine de froment. .	1,49	Bois de noyer.	1,17
Amidon.	1,56	Bois de pommier. . .	1,20
Filasse.	1,46	Bois de prunier. . . .	1,23
Soie (fil de cocon). . .	1,55	Bois de poirier. . . .	1,23
Coton.	1,27	Bois de chêne.	1,27
Laine.	1,29	Bois de hêtre.	1,29
Liége.	0,33		

Les divers bois soumis à l'expérience étaient réduits en poudre au moyen d'une lime et séchés à une température d'environ 100 degrés.

2. *Sur un nouveau* BAROMÈTRE *raccourci portatif*; par M. Humann Kopp. (Ann. de Ch., t. 6, p. 383.)

L'instrument que je me propose de décrire ici, et qui paraît digne de fixer l'attention des physiciens et des savants voyageurs, est construit d'après ce principe : « Si l'on comprime d'une même quantité un même volume d'air à différents états de condensation et pouvant réagir sur une colonne de mercure, cette colonne s'élèvera d'autant plus que la densité de l'air comprimé était plus considérable avant la compression. »


Fig. 1.

Il se compose de deux cylindres en leur verre K et *ii*, *fig.* 1, communiquant par partie inférieure au moyen d'un tube recourbé *p*. Dans le cylindre K est un piston plein. Le cylindre *ii* est fermé à sa partie supérieure, seulement cette partie est traversée par un tube *cd* ouvert à ses deux extrémités. Le corps de pompe K et le tube *p* sont remplis de mercure qui, lorsque le piston est au plus haut de sa course, s'élève de quelques lignes dans le cylindre *ii* et de manière à laisser libre l'ouverture inférieure du tube *cd*, qui met alors l'air du cylindre en communication avec l'atmosphère. Au tube *cd* est en outre adapté un fil de platine dont les deux extrémités aiguës et noircies sont fixes en *a* et *b*. Sur le même tube *cd* est tracée une échelle arbitraire dont le zéro est un peu au-dessus, et à une distance connue et invariable, des points *a* et *b*.

Cela posé, si l'on abaisse le piston dans le corps de pompe K, le mercure s'élèvera dans *ii*, fermera bientôt l'ouverture *c*, et alors comprimera l'air du cylindre. On fera descendre le piston jusqu'à ce que le mercure s'élève en *a*, par exemple. Cette compression fera monter le mercure dans le tube *cd*, et de la hauteur de cette colonne, évaluée facilement en ajoutant à la longueur indiquée par l'échelle la distance invariable du point *a* au zéro de cette échelle, on déduira la pression atmosphérique.

Pour cela il suffira d'avoir, par quelques expériences préalables, déterminé le rapport constant qui doit exister, dans les mêmes circonstances, entre la hauteur d'un baromètre ordinaire normal et celle du baromètre dont nous parlons. Ce rapport se déterminera en prenant la moyenne des rapports d'un certain nombre d'observations faites simultanément sur les deux instruments; et lorsque, plus tard, on voudra ramener les hauteurs données par ce nouveau baromètre aux hauteurs barométriques ordinaires, on les multipliera par ce coefficient constant.

Il est inutile de dire que pour chaque observation on devra placer le baromètre verticalement, et attendre qu'il soit en équilibre de température avec l'air ambiant.

La seconde pointe *b* sert à rendre l'instrument double, pour ainsi dire, afin qu'on puisse faire une expérience contrôlant la première. Le coefficient constant doit aussi avoir été déterminé pour cette pointe.

Une condition essentielle à remplir dans la construction de l'instrument, c'est que la pointe *b* la plus élevée ne le soit jamais assez pour que,

approche,
longueur
pointe
longueur
pour la
le H.

H
instrument
rapport
voyage. Je l'ai
sa solidité et
convaincu qu'il
avec une erreur
le plus souvent
encore, bien qu'à
de hauteur.

eux-mêmes
par exemple,
drogène sous
mposition du
uivre et autres

lier pourquoi
lieu sous l'in-
uent que par
compte de la
mbinent pas
ils sont mi

nde facilit
ur un cor
un état
ssible so
nces,
e charb
s, com
enir d
parfa

rait
ce
de
es.
ell

métallique dans un mélange de ces gaz, leur combinaison s'effectue à l'instant sur la surface métallique.

On peut faire le mélange de ces gaz dans les proportions qui constituent l'eau, et au bout d'un temps très-court, l'hydrogène et l'oxygène sont si intimement répartis, que chaque molécule de l'un de ces corps doit se trouver en présence d'une molécule de l'autre; puisque les molécules des corps gazeux possèdent une mobilité excessive, et que leur cohésion n'est pas un obstacle à leur combinaison, comme cela arrive pour les corps solides et liquides; puisque enfin on peut supposer que l'affinité de l'hydrogène et de l'oxygène dans l'eau équivaut à une pression de plusieurs milliers d'atmosphères; il faut donc bien admettre qu'outre les raisons ordinaires qui s'opposent à la combinaison chimique, il y en a une autre qui empêche la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, en neutralisant leur affinité naturelle.

Quelques corps dissous se comportent entre eux de la même manière que l'hydrogène et l'oxygène à l'égard du platine. On peut abandonner pendant bien longtemps une dissolution aqueuse de sucre de canne, sans que celui-ci soit en rien altéré; mais si l'on y ajoute de l'acide sulfurique dilué, le sucre, sans se combiner avec l'acide sulfurique, fixe de l'eau et se transforme en glucose. La décomposition du gaz ammoniac par le cuivre incandescent est un des exemples peu nombreux dans lesquels la décomposition d'un corps gazeux est provoquée par un corps solide; nous avons, au contraire, de nombreux exemples de décompositions de ce genre entre des corps liquides et

des corps solides qui ne subissent eux-mêmes aucun changement dans la réaction ; par exemple, la décomposition du bioxyde d'hydrogène sous l'influence de divers corps, la décomposition du chlorate de potasse par l'oxyde de cuivre et autres bases fixes.

On doit, avant de pouvoir étudier pourquoi certaines réactions chimiques ont lieu sous l'influence de corps qui n'y interviennent que par leur présence, chercher à se rendre compte de la manière dont les corps qui ne se combinent pas chimiquement, se comportent quand ils sont mis en contact immédiat.

On peut démontrer, avec la plus grande facilité, l'attraction qu'un corps solide exerce sur un corps gazeux, en employant le premier daus un état tel qu'il présente la plus grande surface possible sous le plus petit volume, en feuilles très-minces, ou, mieux encore, en poudre impalpable. Le charbon et beaucoup de substances très-peu fusibles, comme le platine, par exemple, qu'on peut obtenir dans un état de ténuité extrême, se prêtent parfaitement à ces expériences.

J'ai calculé, dans le tome Ier de mon *Traité de Chimie*, la surface que représenterait 1 pouce cube découpé en petits cubes de $\frac{1}{2400}$ de pouce de côté par deux séries de tranches perpendiculaires. Elle équivaut, en négligeant la grosseur des cellules, à 100 pieds carrés.

Si l'on prépare une substance quelconque dans un état de ténuité tel qu'on puisse supposer que sa division ne s'est arrêtée qu'à son atome, ou au moins à un degré dont on connaisse l'approximation, on peut encore calculer la surface qu'elle représenterait.

Le calcul peut donner la valeur du plus grand diamètre d'un atome d'une combinaison chimique, quand celle-ci peut s'obtenir, à l'état de lames minces ou de vésicules, par les couleurs que celles-ci présentent; ainsi le diamètre d'un atome d'eau doit être au plus de $\frac{1}{10000000}$ de pouce, d'après la couleur que présente la paroi la plus mince d'une bulle de savon.

En réduisant une dissolution étendue de chlorure de platine au moyen du carbonate de soude et de l'acide formique ou tartrique, ou bien en décomposant du sulfate de platine très-dilué par de l'alcool faible, le platine métallique qu'on obtient dans ces deux cas doit être à l'état moléculaire, puisque les molécules, au moment de la réduction, sont séparées par l'eau qui empêche nécessairement leur agglomération.

Un volume de 1 pouce cube, rempli de globules, que nous supposerons, pour plus de facilité, n'avoir que $\frac{1}{10000000}$ de pouce de diamètre, mais placés de telle façon que les droites passant par leurs centres soient perpendiculaires ou parallèles entre elles, présentera une surface de 218166 pieds carrés. Dans toute autre position, la surface serait encore augmentée si les globules se touchaient; il est possible que le noir de platine offre une surface aussi considérable.

Le charbon de bois est le corps le plus convenable pour étudier l'action des grandes surfaces sur les gaz, et les expériences de M. de Saussure ont, à cet égard, une très-grande importance. La fibre végétale ne fond pas quand on la chauffe avec ménagement, de sorte que le charbon résultant de sa calcination conserve encore la forme de la fibre dont il provient; on peut très-aisément s'en

convaincre, en plaçant la section transversale d'une branche carbonisée sous le microscope. On y découvre encore chaque cellule de la plante, et l'on peut s'assurer que la forme des parois de celles-ci est restée intacte.

Les cellules du charbon de bois ont, terme moyen, un diamètre de $\frac{1}{2400}$ de pouce; leur surface équivaudrait donc à 100 pieds carrés, si le charbon lui-même n'occupait pas d'espace. J'ai préparé un charbon de bois qui pesait $0^{gr.}$,9565; en le faisant bouillir pendant quelque temps avec de l'eau pure, et l'essuyant simplement à la surface, son poids était de $2^{gr.}$,2585; son poids, sous l'eau, était de $0^{gr.}$,110. L'espace dans lequel l'eau avait pénétré, et dans lequel par conséquent les fluides élastiques pouvaient pénétrer à leur tour après l'expulsion de celle-ci, constituait donc les $\frac{5}{8}$ du volume total du charbon; en tenant compte de l'espace occupé par le charbon lui-même pour calculer la grandeur de la surface, celle-ci n'est plus que de 73 pieds carrés. M. de Saussure a trouvé que le charbon de bois absorbe trente-cinq fois son volume d'acide carbonique à la température de 12 degrés, et sous une pression de 26,895; mais 35 volumes d'acide carbonique se trouvent dans un espace qui fait les $\frac{5}{8}$ du volume total du charbon, et, par conséquent, cinquante-six fois plus petit que l'espace occupé primitivement par l'acide carbonique.

D'après les expériences de M. Addami, l'acide carbonique se liquéfie sous une pression de 36,7 atmosphères, la température étant de 12 degrés; nous sommes donc conduits à conclure que plus du $\frac{1}{3}$ de l'acide carbonique qui s'est condensé dans

les pores du charbon, s'y trouve à l'état liquide sur les parois des cellules.

Si 35 pouces cubes d'acide carbonique sont condensés sur une surface de 73 pieds carrés, ou de 10512 pouces carrés, l'épaisseur de la couche d'acide carbonique liquide qui couvre les parois des cellules doit se représenter par 0,000002 de pouce. Cette couche est plus épaisse quand l'expérience se fait avec du gaz ammoniac, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfureux, qui n'ont pas besoin d'une pression aussi énorme pour se liquéfier, et qui sont absorbés en quantités beaucoup plus considérables. Puisque tous les corps poreux, en offrant au gaz une surface considérable, agissent de la même manière que le charbon, il faudrait admettre que les gaz qui sont en contact avec des corps solides se trouvent dans un état particulier qu'ils ne présentent pas quand ils en sont éloignés; et, de plus, puisque l'épaisseur de la couche de gaz condensé varie, l'attraction ne se manifeste pas seulement sur le gaz qui se trouve en contact immédiat avec le corps solide; elle agit à des distances variables. Mais les corps poreux n'agissent pas par leur surface seulement; car, s'il en était ainsi, l'absorption de différents gaz par des substances différentes devrait se faire dans la même proportion. Cela n'est pas, puisque, d'après M. de Saussure, le bois condense proportionnellement plus d'acide carbonique que le charbon; de même, l'asbeste, l'écume de mer, les tissus de coton et de soie absorbent les différents gaz dans d'autres proportions que le charbon de buis.

Le pouvoir absorbant des substances pulvérulentes a été très-peu étudié jusqu'à présent; le

noir de platine, préparé par la méthode de Davy, surpasse de beaucoup tous les autres : 10 grains condensent 0,550 pouce cube d'oxygène, c'est-à-dire que 1 pouce cube en condenserait 253,440 pouces cubes (*Chimie du platine*, par Dobereiner, p. 64): mais il est impossible de décider quel est le volume que prend le platine quand il a condensé de l'oxygène, parce qu'il est à l'état de poudre. La propriété que possèdent certains corps, comme la silice, de condenser l'humidité de l'air, peut nous autoriser à conclure qu'ils sont aptes à condenser les gaz.

De même que les corps solides attirent les gaz, de même ils sont capables d'exercer cette attraction sur des corps solides; ainsi l'on peut, au moyen du charbon de bois, enlever à l'alcool l'huile de pomme de terre qu'il tient en dissolution; en faisant bouillir le charbon avec l'eau, l'huile passe inaltérée avec celle-ci : cette force d'attraction enlève les matières colorantes solides aux liquides qui les tiennent en dissolution.

Quelques précipités ont la propriété d'attirer une partie des sels solubles qui les baignent; ils peuvent les entraîner avec eux, mais les lavages les enlèvent ensuite.

J'ai dissous du nitrate de baryte dans 10 parties d'eau; après en avoir précipité la moitié à peu près par de l'acide sulfurique, quand le précipité se fut déposé, j'ai déterminé la quantité de nitrate de baryte que contenait le liquide clair qui surnageait le précipité. Le liquide filtré provenant du lavage du précipité a été évaporé, et le nitrate de baryte qu'il contenait a été dosé.

En soustrayant le poids de ce nitrate et le poids

du sulfate de baryte obtenu du poids total du précipité mouillé, on connaît le poids de l'eau contenue dans le liquide. En calculant d'après ces données, d'une part le poids du nitrate de baryte contenu dans le liquide qui surnageait le sulfate formé, et d'autre part celui du liquide qui mouillait le précipité, on trouve que les $\frac{2}{3}$ seulement de ce dernier s'y trouvaient dissous, et que le $\frac{1}{3}$ que l'on trouve en plus dans les eaux de lavage devait être condensé par l'attraction exercée par le précipité de sulfate. Si, au lieu de précipiter une dissolution de baryte, on emploie le chlorure de baryum, celui-ci n'est pas entraîné.

Mais si l'on précipite une dissolution de nitrate et de sulfate de soude par du nitrate de baryte, et qu'on lave le précipité jusqu'à ce qu'une goutte de l'eau de lavage ne laisse plus de trace de matière solide sur un couteau de platine, il arrive dans ce cas que le sulfate de baryte peut retenir encore 2 pour 100 de nitrate de soude; pour les lui enlever, il faut calciner le précipité et le laver ensuite.

Ainsi le sulfate de baryte exerce une attraction si faible sur le chlorure de barium, qu'il ne peut l'enlever à sa dissolution aqueuse; quant au nitrate, l'attraction est déjà assez forte pour nécessiter une grande quantité d'eau pour le lui enlever; mais l'eau est incapable d'enlever complétement au sulfate de baryte le nitrate de soude qu'il entraîne lorsqu'il prend naissance.

On peut très-bien juger de la force d'attraction que les corps solides exercent les uns sur les autres, en considérant l'action de la colle-forte sur le bois et le verre; si l'on couvre une lame de verre d'une vessie humide, et qu'après l'avoir fait

sécher, on cherche à la détacher, on enlève des morceaux de verre. L'attraction exercée sur le verre par la vessie est donc plus forte que la cohésion des molécules du verre lui-même ; mais si on laisse la lame de verre recouverte de la vessie sèche pendant quelque temps dans l'eau bouillante, la gélatine se dissout, et rien n'empêche de l'enlever avec facilité.

Quoique cette attraction soit très-forte, elle est cependant moins considérable que celle du sulfate de baryte sur le nitrate de soude. L'attraction que les corps solides exercent sur les corps liquides et gazeux se manifeste non-seulement par le contact immédiat, mais aussi à une distance déterminable. On peut le prouver en employant des lames de verre ou de quartz ayant des surfaces complétement planes. On suspend la première, et l'on munit la seconde d'une garniture dans laquelle on peut loger des poids. J'ai débarrassé deux lames ainsi disposées de toute l'humidité adhérente ; la couche la plus mince interposée se serait fait reconnaître au moyen des anneaux colorés de Newton ; en comprimant ensuite ces lames jusqu'à ce que les anneaux colorés commencent à apparaître, on peut facilement déterminer leur distance. A l'apparition du second anneau, la lame inférieure, dont le poids était de 14 grammes, restait attachée à la première ; les surfaces rapprochées n'avaient que 1 pouce carré : quand on les rapprochait de manière à obtenir le noir du premier anneau sur la presque totalité de la surface, on pouvait y suspendre plusieurs livres. En laissant pendant quelque temps cet appareil sous le récipient d'une machine pneumatique, les lames ne se détachèrent pas, la pression atmo-

sphérique n'intervient donc pas pour les maintenir au contact.

On sait que ce genre d'attraction s'exerce principalement pendant la cristallisation des corps. Un corps dissous se dépose sur des fils ou des corps solides quelconques suspendus dans le liquide, bien plus vite que si ceux-ci ne s'y trouvaient pas. Les cristaux se déposent bien plus vite encore autour d'un cristal déjà formé que dans toute autre portion du liquide, quand, par exemple, la force du dissolvant est diminuée par un abaissement de température.

La force dissolvante de l'eau agit donc avec moins d'énergie près d'un cristal formé qu'à une certaine distance de celui-ci.

Dans quelques cas on se rend très-aisément compte des combinaisons chimiques que l'action des corps solides sur les liquides et les gaz peut provoquer, mais dans d'autres l'explication peut devenir plus difficile. Il est possible que la condensation seule puisse en être la cause pour les corps gazeux. On peut très-bien expliquer de cette manière la détonation que M. Thenard observa en introduisant du charbon dans un mélange d'acide sulfhydrique et d'oxygène ; quand le noir de platine qui a condensé de l'oxygène est mis en contact avec de l'acide chlorhydrique, il se fait des chlorures de platine, d'après M. Doebereiner. On comprend très-bien que, dans ce cas, l'oxygène condensé peut s'emparer facilement de l'hydrogène de l'acide; cependant l'affinité du chlore pour le platine intervient nécessairement aussi dans cette action. L'affinité de l'or pour le chlore provoque la décomposition de l'acide nitrique par l'acide chlorhydrique quand

on place des feuilles d'or dans l'eau régale, puisque l'eau régale ne contient du chlore libre qu'après avoir été chauffée, ou bien qu'on l'a abandonnée à elle-même pendant longtemps.

Quand un gaz se trouve à l'état naissant, il se présente un phénomène analogue à ceux dont nous venons de parler : le gaz se combine souvent avec un corps qui, mis en contact avec lui, dans d'autres circonstances, ne subirait de sa part aucune action : ainsi, dans les cas où l'affinité chimique de deux gaz est faible, il se peut que leur condensation les amène à se combiner chimiquement.

Cependant il paraît douteux qu'on doive attribuer la combinaison de deux corps qui, comme l'hydrogène et l'oxygène, ont entre eux une si grande affinité, aux effets de la condensation seulement, quoique nous soyons autorisés à admettre que, dans les divers états physiques du platine, il se fait une condensation de gaz à sa surface.

On sait qu'en feuilles et en fils le platine agit tout aussi bien qu'à l'état de mousse ou de noir; mais les combinaisons se font d'autant plus lentement que les surfaces employées sont plus petites.

Les lames et la mousse de platine ne condensent pas une bien grande quantité d'oxygène; mais en comparant leur surface à celle du noir de platine, on s'aperçoit qu'il doit en être ainsi. La mousse de platine provenant de la décomposition de chlorure double de platine et de potassium se forme à une température à laquelle le mélange commence à s'agglomérer, et se présente sous la forme de lamelles qui, certes, ne peuvent offrir

une surface assez considérable pour permettre d'apprécier facilement une condensation des gaz.

Une expérience, qui a d'abord été faite par M. Fusinieri, et qu'il est, du reste, très-facile de répéter, prouve qu'il y a de l'air et de l'humidité condensés à la surface du verre. Si l'on verse dans un tube de verre du mercure bouilli qu'on a laissé refroidir dans le vide, on observe qu'il cède de l'air quand on le chauffe, même quand on a pris la précaution de s'assurer par le microscope qu'il n'en restait plus de trace adhérente aux parois. Mais si, dans un tube de verre qui a été exposé à une température élevée, on verse du mercure au moyen d'un entonnoir dont la pointe touche le fond du tube, et qu'ensuite on le chauffe, il ne cède pas la moindre bulle d'air, même quand on se sert du mercure qui a été agité avec de l'air et de l'eau, et qu'on a laissé se dessécher simplement à l'air libre; ainsi les bulles gazeuses que le mercure cédait dans la première expérience devaient provenir de l'air et de l'eau condensés sur les parois du tube; mais cette quantité d'air et d'eau condensés dans le premier cas est si minime, qu'on ne peut en constater la présence que par l'expérience que nous venons de rapporter.

Il serait impossible de prouver la condensation d'un gaz quelconque à la surface de lames de platine, en supposant même qu'elle y fût aussi considérable que celle de l'acide carbonique à la surface du charbon.

Un mélange d'alcool et d'oxygène se comporte, en présence du platine, absolument de la même manière qu'un mélange d'hydrogène et d'oxygène.

L'oxygène est sans action sur l'alcool faible ou concentré; le noir de platine provoque leur combinaison. D'autres corps encore sont dans ce cas. On a cru que, pour opérer cette réaction, il fallait recourir à l'emploi des ferments, jusqu'à ce que M. Duflos eût prouvé que des copeaux de bois imbibés d'acide acétique agissaient d'une manière analogue au noir de platine. On aurait pu croire que l'acide acétique dont on s'était servi avait déposé des ferments sur les copeaux; mais ces ferments auraient été bientôt décomposés par l'oxygène de l'air; et M. Duflos a constaté qu'avec des copeaux seuls on pouvait transformer l'alcool en acide acétique pendant des mois entiers.

Quand on prépare l'acide acétique en exposant de la bière ou des liqueurs fermentées de ce genre à l'action de l'air, elles se troublent et déposent des matières de nature organique. Ces matières spongieuses, agissant à la façon du noir de platine, peuvent condenser de l'oxygène et déterminent alors la combinaison de ces corps.

On se rend mieux compte de l'action des corps qui agissent par leur contact, quand on étudie les cas dans lesquels ils provoquent des décompositions. Si l'on fait passer du gaz ammoniac sur de la tournure de cuivre ou de fer incandescents, il est complétement décomposé en gaz azote et en gaz hydrogène; tandis qu'en en faisant passer à la même température sur de la tournure de platine ou des fragments de verre, il ne s'en décompose au contraire qu'une quantité extrêmement faible.

La décomposition du bioxyde d'hydrogène est de la plus haute importance; elle n'a lieu qu'à la surface des corps solides et en raison même de l'é-

tendue de cette surface; mais les bases et les acides agissent sur lui d'une façon toute différente : les premiers provoquent la décomposition du bioxyde d'hydrogène, les seconds la rendent plus stable.

La décomposition du chlorate de potasse en contact avec l'oxyde de cuivre, le bioxyde de manganèse et autres oxydes de ce genre, nous offre encore un intérêt particulier. Quand on chauffe du chlorate de potasse, il fond, et, à une température un peu plus élevée, il se transforme en oxygène, en chlorure de potassium et en hyperchlorate de potasse, qui, à son tour, se décompose en oxygène et en chlorure de potassium. Mais si, au lieu de chauffer le chlorate de potasse seul, on le mélange préalablement avec un des oxydes que je viens de nommer, il se transforme en oxygène et en chlorure de potassium, à la température de sa fusion, sans qu'il y ait alors production d'hyperchlorate de potasse.

Pour se rendre un compte bien exact de l'action des oxydes dans ces cas, on peut disposer l'expérience suivante : on met dans un tube bouché un mélange d'oxyde de cuivre et de chlorate de potasse, et, dans un second, on introduit du chlorate seul; on les munit de tubes recourbés propres à recueillir les gaz, et on les place ensemble dans un bain d'alliage. A une certaine température, le chlorate mélangé d'oxyde de cuivre se décompose complétement, tandis que le chlorate seul ne cède pas une trace d'oxygène. En mélangeant le chlorate de potasse avec de la silice, il se comporte absolument comme le chlorate seul.

La décomposition du chlorate de potasse est

accompagnée d'un développement de chaleur. Ce phénomène se présente pendant la décomposition du bioxyde d'hydrogène. C'est à cette chaleur, ou bien à la cause qui la développe, qu'il faut attribuer la décomposition simultanée de l'eau oxygénée et de l'oxyde d'argent, ainsi que des autres oxydes, qui perdent leur oxygène à une température élevée.

La transformation du ligneux et de l'amidon en dextrine, celle de la dextrine, de la gomme et du sucre en glucose, est produite par un corps liquide.

On sait qu'en faisant bouillir de l'amidon avec de l'acide sulfurique dilué, il se convertit promptement en dextrine et en glucose. Quelle que soit l'époque de l'opération à laquelle on examine le liquide, on y trouve l'acide sulfurique à l'état de liberté et toujours en même quantité; mais la réaction, qui consiste en une simple fixation d'eau, marche d'autant plus rapidement qu'on a employé plus d'acide sulfurique.

On peut opérer la même transformation en se servant d'acide azotique, et l'on obtient un produit intermédiaire qui offre quelque intérêt. On prend, par exemple, 40 parties d'amidon sec, qu'on humecte avec 1 $\frac{1}{2}$ partie d'eau, et en y ajoutant ensuite 2 pour 100 du poids de l'amidon en acide nitrique, on laisse ce mélange se dessécher, d'abord à l'air libre, puis enfin au bain-marie. Le résidu sec se dissout complétement dans l'eau, et, en ne prenant que 5 parties d'eau pour 1 partie de fécule, la dissolution se prend en gelée par le refroidissement. Dans cet état, elle ressemble beaucoup à l'empois que fournissent beaucoup de mousses, et qu'on prépare généralement avec des

lichens et des algues. Si l'on fait bouillir cette dissolution pendant longtemps, et surtout en y ajoutant un peu d'acide, elle perd la propriété de faire gelée. La formation en dextrine et en glucose est due à la fixation d'eau déterminée par l'action des acides.

La transformation de l'amidon en dextrine peut encore s'effectuer à l'aide d'une température de 150 degrés. Ainsi, les acides et la chaleur opèrent encore ici absolument comme le platine et la chaleur dans la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène. Le diastase, à une température de 75 degrés, se comporte, à l'égard de l'amidon, comme les acides. Comme on n'a pas, jusqu'à présent, pu obtenir ce corps à l'état de pureté, on ne peut plus prouver qu'il n'ait pas subi quelque altération pendant la transformation de l'amidon; cependant, puisque la réaction s'opère au moyen d'une quantité si minime de diastase, même impure, on peut raisonnablement admettre qu'elle n'agit véritablement que par son contact.

Quelques centièmes d'acide sulfurique, ajoutés à une dissolution de sucre de canne, suffisent, même à froid, pour le transformer en glucose et pour pouvoir prouver la présence de ce corps dans le liquide, au moyen du sulfate de cuivre et de la potasse. D'autres acides le transforment aussi à froid. L'acide acétique agit de la même manière, mais à chaud seulement.

C'est pour cette raison qu'on ajoute de la chaux aux jus sucrés des plantes dont on veut retirer du sucre de canne. J'ai examiné le jus des betteraves, et j'ai toujours trouvé qu'il était parfaitement neutre, de façon que la transformation dont nous venons de parler est impossible dans la

betterave elle-même; mais toute blessure peut devenir la cause de la production d'acides, et alors le sucre subit des altérations.

J'ai obtenu le sucre provenant de l'action de l'acide sulfurique sur le sucre de canne à l'état de cristaux. Le sucre qu'on obtient en ajoutant de la levure de bière à une dissolution de sucre de canne paraît différer du sucre de raisin. Je n'ai pu l'obtenir cristallisé, et il dévie la lumière polarisée beaucoup moins qu'une égale quantité de sucre de raisin. Sa formation est très-remarquable : elle est due à une substance mélangée avec les globules de ferment ; c'est la dissolution aqueuse de cette matière qui détermine la transformation du sucre de canne en ce nouveau genre de sucre. C'est pour cette raison que la fermentation s'établit beaucoup plus lentement dans une dissolution de sucre de canne, quand on emploie de la levure lavée au lieu d'employer de la levure ordinaire. Il faut, dans ce premier cas, donner à la levure ordinaire le temps nécessaire pour qu'une partie se transforme en ce corps soluble. La levure ordinaire provoque la fermentation aussi vite dans une dissolution de sucre de canne que dans une dissolution de glucose.

Ce genre de sucre diffère aussi, en outre, de celui qu'on obtient en fondant le sucre de canne.

En fondant le sucre de canne à une température de 160 degrés, il devient complétement déliquescent, se dissout dans l'alcool absolu, fermente quand on le met en contact avec le ferment, et exerce sur la lumière polarisée une influence beaucoup moindre que celle du sucre de raisin.

Le sucre de canne ne cristallise plus après avoir été fondu ; mais si on le fond, au contraire, avec de l'eau, en prenant la précaution de ne pas élever la température au-dessus de 154 degrés, il se prend en masse après le refroidissement, et l'on obtient une masse vitreuse, composée en grande partie de sucre de canne retenant de l'eau enfermée mécaniquement. Celle-ci dissout les particules de sucre les unes après les autres et les dépose à l'état de cristaux : car un corps amorphe est plus soluble qu'un corps cristallisé; la masse entière passe à l'état de cristaux. Il est très-facile, en brisant un bâton de sucre pareil, de reconnaître la présence de l'eau, qui se trouve surtout vers le centre et entre les cristaux. Il est possible que ce sucre soit identique avec celui qu'on obtient en maintenant pendant longtemps une dissolution de sucre de canne à 110 degrés, et qui, d'après M. Fensky, n'exerce pas d'action sur la lumière polarisée. Peut-être est-il identique aussi avec celui que M. Péligot et M. Mülder ont obtenu en faisant bouillir du sucre de canne pendant bien longtemps avec des acides étendus, et qui, d'après ces observateurs, ne cristallise pas.

Tous les chimistes sont d'accord sur la transformation que le glucose et d'autres genres de sucre subissent pendant la fermentation; il est généralement admis qu'il se forme de l'acide carbonique avec le tiers du carbone du sucre, tandis que les deux autres tiers s'unissent à de l'hydrogène et de l'oxygène pour former l'alcool : ainsi, pour une mesure d'acide carbonique, il se forme une mesure d'alcool; mais, selon le genre de sucre qui subit la fermentation, il se fait une élimination ou une fixation d'eau. Le premier cas se présente

avec le glucose ; le second, avec la variété de sucre soluble dans l'alcool. Le corps qui détermine cette action, le seul moyen à l'aide duquel on a pu la produire, est un corps organisé.

On peut, sans entrer dans le détail des opinions auxquelles ce phénomène a donné lieu, discuter les faits, qui seuls ont de l'intérêt dans cette question. Le ferment est composé de globules ovales et ronds; ces globules sont assez grands pour être retenus par du papier à filtre. Si l'on met une petite quantité de ferment dans un tube scellé par du papier joseph à l'un de ses bouts, et qu'on l'introduise, après l'avoir ainsi disposé, dans une dissolution de sucre, celle-ci passe au travers des pores du papier et subit la fermentation alcoolique, mais seulement dans le tube qui contient du ferment. La fermentation ne s'établit dans la dissolution de sucre dans laquelle on a placé le tube qu'après un temps plus ou moins long, et toujours sous l'influence des globules de ferment qui finissent par passer au travers des pores du papier, qui se ramollit par son contact prolongé avec le liquide. Cette expérience prouve bien que la fermentation ne s'opère qu'à la surface des globules de ferment.

J'ai encore fait d'autres expériences qui prouvent ce que je viens de dire. M. Schwann, de son côté, en a fait aussi ; mais elles ne sont pas aussi décisives que celles que je viens de rapporter. Je n'ai jamais constaté de fermentation sans globules de ferment, et le phénomène se passe toujours à la surface de ceux-ci.

On n'a besoin que d'un pour cent de globules de ferment pour opérer la transformation complète du sucre en alcool et acide carbonique, et

quand on prend des globules parfaitement organisés, ils ne subissent presque pas de changement pendant la fermentation; ils ne la déterminent plus quand on les détruit. En les mettant en contact avec des corps qui ont la propriété d'arrêter la fermentation, on les voit se contracter à l'instant même où ceux-ci les touchent quand on les examine au microscope.

Les globules de ferment se comportent donc, vis-à-vis du sucre ou vis-à-vis du sucre et de l'eau, qui contiennent les éléments de l'acide carbonique et de l'alcool, absolument comme l'éponge de platine à l'égard de l'eau oxygénée.

Les naturalistes qui se sont occupés de l'étude des êtres organisés les plus simples, déclarent que les globules de ferment doivent se ranger parmi ceux-ci : et, en effet, en considérant leur génération et leur développement, on ne saurait tirer d'autre conclusion. Ils commencent toujours par se former dans les jus fermentescibles des plantes, avant que la fermentation s'y établisse.

Ce n'est qu'après trois jours qu'on remarque dans ces liquides des points microscopiques isolés ou réunis en chapelet : ces points se développent, et l'on peut très-bien observer que leur accroissement se fait de dedans en dehors; enfin on remarque dans leur intérieur une masse granuleuse entourée d'une enveloppe transparente. Souvent ils sont allongés, et alors ils possèdent deux ou trois points granuleux.

En employant des globules de ferment parfaits pour provoquer la fermentation du sucre, je n'ai pas remarqué qu'ils se développassent; mais, en abandonnant le ferment pendant quelque temps, on le voit se ramifier à la manière des conferves.

Les êtres organisés qui se forment dans le petit-lait présentent des ramifications verticellées. Les dépôts qui se font dans le petit-lait au bout de peu de jours, ainsi que les ferments, sont organisés, mais ils sont mélangés très-souvent avec une substance inorganisée. D'après les expériences de plusieurs naturalistes, de MM. Schultz, Schwann et autres, ces êtres ne se produisent pas quand on intercepte l'accès de l'air, ou bien qu'on ne donne aux matières susceptibles de se transformer en ferment que de l'air qui a préalablement été porté à une température rouge. Ce fait serait une preuve contre la *génération équivoque*, tandis qu'en supposant que l'origine d'un être organisé dans un liquide provient d'un point qui échappe à l'observation, il porterait au contraire à faire admettre cette génération.

Il serait important de savoir ce que ces êtres deviendraient si, au lieu de se développer au sein d'un liquide, leur développement avait lieu à l'air libre. En résulterait-il un mucor, comme M. Kützing le croit? Un mucor, ajouté à un liquide fermentescible, n'active nullement la fermentation, et du ferment humide, exposé à l'air pendant longtemps, ne se transforme pas en mucor.

La présence de ces êtres organisés dans le tube intestinal des herbivores offre un intérêt particulier : on peut s'assurer, d'après la méthode de M. Trommer, qu'il y a du sucre de raisin dans un animal qui a mangé des matières végétales. On en trouve dans l'estomac et dans le tube intestinal, jusqu'au rectum seulement. On rencontre les êtres organisés qui nous occupent en grande quantité dans ces parties de l'organisme; mais ils disparaissent complétement dans le rectum et

dans les matières fécales. M. Remack a d'abord attiré mon attention sur cet objet, et depuis M. Purkinje, M. Bôhn et mon frère, ont eu occasion de les observer souvent. Il est très-probable qu'outre la digestion, il se produit dans le tube intestinal une véritable fermentation alcoolique, qui occasionne les ventuosités.

Le sang qui entoure le tube intestinal dissout l'acide carbonique qui peut se dégager par le poumon sans recourir à d'autres voies. Ces êtres organisés, ordinairement de forme elliptique, possèdent deux points transparents; quelquefois ils renferment une masse granuleuse comme ceux des ferments.

MM. Boutron et Frémy ont prouvé tout récemment que la lactine se transforme en acide lactique sous l'influence du caséum, et que celui-ci se combine avec l'acide formé. En outre, en séparant le caséum de sa combinaison avec l'acide lactique, au moyen du carbonate de soude, il s'en produit une nouvelle quantité. La composition de l'acide lactique est telle qu'il se représente par du sucre de lait, moins une certaine quantité d'eau. J'ai répété ces expériences avec le même résultat; mais comme dans cette réaction, il se forme une combinaison de caséum et d'acide lactique, il faut supposer que l'affinité de l'acide lactique pour le caséum intervient dans le phénomène. Cependant la coagulation du lait, dans la préparation du fromage, semble être due à d'autres causes, puisqu'on emploie ordinairement la présure pour la provoquer.

On suppose ordinairement que c'est la partie interne de l'estomac des veaux qui détermine la coagulation du lait. Cela n'est pas cependant : la

présure que j'ai pu me procurer était préparée au moyen de la muqueuse et des membranes musculaires qu'on enlevait de l'estomac, en rejetant le péritoine; mais j'ai pu très-bien coaguler du lait en me servant d'autres parties du péritoine, par exemple, avec la partie qui recouvre le cœcum. Quand on prend la précaution d'élever un peu la température du lait, la coagulation se produit en quelques heures, soit en y suspendant la membrane elle-même, soit en versant dans le lait une infusion chaude de celle-ci. La membrane et son infusion ne possèdent pas de réaction acide, et le lait reste neutre pendant sa coagulation.

Les combinaisons chimiques qui s'effectuent au moyen de substances qui n'agissent que par leur contact ont beaucoup d'analogie avec celles qu'on détermine quand, par exemple, un corps se combine avec un second, et que le composé qui en résulte se porte sur un troisième corps.

L'acide sulfureux a plus d'affinité pour l'oxygène que le bioxyde d'azote; cependant l'acide sulfureux ne se combine pas avec l'oxygène quand on laisse le mélange de ces gaz en contact pendant bien longtemps, tandis que le bioxyde d'azote s'empare directement de l'oxygène gazeux pour former de l'acide hypoazotique. Celui-ci cède son oxygène à l'acide sulfureux en redevenant bioxyde d'azote. L'oxygène se trouve donc, dans l'acide hypoazotique, dans un état tel qu'il peut se combiner avec l'acide sulfureux. En mettant de l'oxygène et de l'acide sulfureux mélangés en présence de mousse de platine, ces deux gaz se combinent : l'action du platine est donc encore ici la même que pour l'hydrogène et l'oxygène.

Tous ces procédés, et surtout la production

des éthers et de l'éther lui-même, conduisent à conclure que les décompositions et les combinaisons chimiques peuvent être empêchées par la position respective des atomes; mais que la force d'attraction que certains corps exercent sur les atomes de ceux avec lesquels on les met en présence peut en changer la position, de façon à déterminer des réactions chimiques. La manière dont les gaz se comportent avec le charbon, et principalement avec le noir de platine, prouve que cette attraction est très-forte, même à l'égard de corps de nature différente.

M. Berzélius donne à cette force le nom de *force catalytique*, avec autant de raison qu'on a dit force d'affinité, etc., et entend par cette dénomination une force qui est propre à plusieurs corps qui n'interviennent pas chimiquement dans les réactions qu'ils déterminent, et dont l'activité consiste à détruire des combinaisons chimiques. Pour rattacher le nom aux phénomènes, j'ai nommé ces substances *substances de contact* (*Contactsubstanzen*), et le procédé chimique, une décomposition ou une combinaison par contact.

---

4. *Sur quelques cas de ce que l'on a nommé l'*ACTION CATALYTIQUE; par M. Mercer. (Bibl. de Gen., t. 41, p. 390.)

J'ai toujours pensé que les exemples cités de l'action catalytique n'étaient que des effets de l'affinité chimique s'exerçant dans des circonstances spéciales. Un corps s'unissant à d'autres corps ne perd jamais entièrement ses caractères chimiques. Ainsi le fer combiné avec l'oxygène et à l'état de protoxyde a encore de l'affinité pour

ce gaz, et sa combinaison première ne l'a pas détruite. L'intensité de l'affinité par laquelle les éléments sont unis dans une molécule est la mesure de la stabilité du composé. Ceci posé, je conçois que, lorsque les éléments d'un corps sont simplement dans une sorte d'équilibre statique par la faible attraction qu'ils exercent les uns sur les autres, et qu'ils sont soumis à l'influence d'un autre corps qui possède une affinité pour l'un d'eux, lors même que dans la circonstance particulière donnée ce corps ne pourrait pas se combiner avec lui, dans ce cas l'action qu'on a nommée catalytique doit s'ensuivre.

Ainsi, lorsqu'on mélange de l'acide oxalique, de l'acide nitrique et un peu d'eau, et qu'on élève la température de la liqueur à 130° F. (58° C.), aucune action n'en est la conséquence. Mais si l'on ajoute au mélange une petite proportion d'un protosel de manganèse, la décomposition commence immédiatement, tout l'acide nitrique se convertit en acide nitreux et l'acide oxalique en gaz acide carbonique. Voici comment j'explique cette singulière action du sel de manganèse. L'oxyde de carbone de l'acide oxalique a une tendance naturelle à s'unir à l'oxygène; il s'efforce donc d'enlever cet élément à l'acide nitrique, mais l'affinité n'est pas assez forte pour y parvenir; il place seulement les molécules de l'acide nitrique dans un état de tension. Maintenant on introduit un nouveau corps, le protoxyde de manganèse, qui a aussi une affinité pour l'oxygène: cette affinité s'exerce, et les deux forces réunies agissant sur l'acide nitrique en opèrent la décomposition. Au moment où l'oxygène est dégagé de sa première combinaison, il a à choisir

entre deux affinités, et l'attraction pour l'acide oxalique étant la plus forte, il se combine avec lui et le convertit en acide carbonique. Le protoxyde de manganèse restant intact agit sur de nouvelles portions d'acide nitrique, et ainsi à l'infini. La plupart des acides végétaux peuvent être décomposés de cette manière.

En suivant cette idée, j'ai découvert un grand nombre d'autres cas qui auraient été attribués précédemment à l'action catalytique. Ainsi, lorsque l'alumine précipitée d'une solution bouillante est placée dans l'acide nitrique faible, il n'apparaît aucune action; néanmoins, comme le Dr Playfair a découvert l'existence d'un peroxyde d'aluminium, il doit y avoir tendance dans l'alumine à l'union avec une plus grande proportion d'oxygène. Pour découvrir si les éléments de l'acide nitrique étaient dans un état de tension, j'y ai introduit un morceau d'étoffe de coton teinte en bleu par l'indigo; l'étoffe resta sans changement dans la partie supérieure de la liqueur, mais, dès qu'elle vint en contact avec l'alumine, elle fut immédiatement décolorée.

De ces exemples et de plusieurs autres semblables, je conclus que l'action catalytique n'existe probablement pas, ou du moins que dans presque tous les cas on peut trouver, dans les affinités chimiques d'une faible intensité, l'explication des phénomènes qu'on lui rapporte.

---

5. *Recherches sur la* CHALEUR LATENTE *de fusion de la glace;* par MM. De la Provostaye et Desains. (Ann. de Ch., t. 8, p. 5.)

Le nombre 75 a été adopté jusqu'à présent pour

la chaleur latente de la glace sans discussion, et comme une quantité sur laquelle on ne conservait aucun doute. Cependant nous avons cru devoir le vérifier, et en opérant par le procédé des mélanges, avec les précautions les plus minutieuses, nous sommes arrivés au nombre 79,01, comme moyenne de 17 expériences, dont les termes extrêmes étaient 78,75 et 79,46.

6. *Note sur la* CHALEUR LATENTE *de fusion de la glace;* par M. Regnault. (Ann. de Ch., t. 8, p. 19.)

Je me suis occupé à plusieurs reprises de la détermination de la chaleur latente de fusion de la glace, et mes expériences, au nombre de 17, faites par la méthode des mélanges, soit avec de la glace, soit avec de la neige, m'ont conduit au nombre 79,06 qui est presque identique avec celui qui a été trouvé par MM. De la Provostaye et Desains.

7. *Sur la quantité comparative d'eau que peuvent évaporer la* HOUILLE *et le* COKE, *par leur combustion;* par M. Fife. (Edimb. Journ., juillet 1842.)

J'ai recherché, par expérience faite ad hoc, les quantités d'eau que peuvent évaporer la houille de Traneut et le coke qu'elle produit en grand, et j'ai trouvé pour la houille 5,66 fois son poids, et pour le coke 7,4.

La houille donne à l'analyse :

Humidité.	0,130
Matières volatiles. . .	0,345
Charbon.	0,501
Cendres.	0,024
	1,000

Et le coke donne :

Humidité.	0,035
Matières volatiles. . .	0,065
Charbon.	0.810
Cendres.	0,090
	1,000

Il résulte de ces expériences que le pouvoir calorifique du coke appliqué à l'évaporation de l'eau est fort inférieur à celui de la houille dont il provient. En effet la houille employée donne 0,525 de coke : or, comme 1 p. de coke a été trouvée capable d'évaporer 7,40 d'eau, 0,525 n'en auraient dû évaporer que 3,84, tandis que nous avons vu que 1 p. de houille en a évaporé 5,66.

J'ai montré ailleurs que les différentes houilles comparées entre elles, font évaporer des quantités d'eau qui sont proportionnelles aux quantités de carbone qu'elles renferment : il n'en est pas de même du coke et il y a déficit à at. égaux. En effet, d'après les expériences de M. Despretz, 1 p. de carbone doit évaporer 12,3 p. d'eau, les 0,81 de carbone que renfermait le coke essayé auraient donc dû en évaporer 9,96, tandis que l'expérience n'en a donné que 7,4. Je pense que l'on peut expliquer cette différence par la présence des matières gazeuses que contient la houille bitumineuse, et qui, si elles absorbent de la chaleur par leur volatilisation, la restituent à l'appareil au moment de leur propre combustion. En même temps, ces vapeurs servent à entretenir le tirage nécessaire. Au contraire, dans le coke, où il n'existe presque pas de matières volatiles, le tirage ne s'établit qu'aux dépens de beaucoup de chaleur perdue, soit dans les parois du fourneau, soit par les gaz qui s'écoulent dans la cheminée.

8. *Sur la destruction de la fumée et l'*ÉCONOMIE DE COMBUSTIBLE, *qui résultent de l'action de la vapeur d'eau dans les fourneaux*; par M. Fife. (Edimb. Journ., juillet 1842.)

Les quantités d'eau évaporées par différentes houilles bitumineuses sont proportionnelles en pratique aux quantités de carbone fixe que ces houilles renferment. Mais il y a une perte de chaleur considérable et, par exemple, on trouve que théoriquement la houille d'Ecosse pourrait vaporiser 11,3 parties d'eau, tandis que dans les meilleurs appareils elle n'en vaporise que 6,6 parties.

On a cherché à diminuer cette perte par divers moyens, et l'on s'est arrêté particulièrement à l'emploi de la vapeur d'eau. On a obtenu une amélioration sensible en introduisant cette vapeur à travers le combustible; mais M. Ivison d'Edimbourg ayant eu l'idée de la faire arriver au-dessus de la matière enflammée, l'avantage a été encore beaucoup plus grand, et il en est résulté non-seulement une augmentation considérable dans le pouvoir évaporateur du combustible, mais encore la destruction complète de la fumée.

Pour apprécier l'importance de ce nouveau mode de combustion, j'ai fait des essais comparatifs avec la même chaudière et la même houille, en brûlant celle-ci par l'air seul, ou par l'air mêlé de vapeur d'eau, et j'ai trouvé qu'en suivant la méthode de M. Ivison, la houille d'Ecosse évaporait 10,76 fois son poids de vapeur d'eau, tandis qu'elle n'en évaporait que 6,17 fois son poids en la brûlant avec de l'air seul : à la vérité il faut déduire des 10,76 de vapeur produite, la vapeur qu'il est nécessaire de lancer dans le foyer, mais

l'expérience prouve que celle-ci ne s'élève pas à plus du vingt-cinquième de la vapeur totale, ce qui est tout à fait insignifiant.

Aussitôt que l'on introduit la vapeur d'eau sur le combustible, la fumée disparaît, la flamme devient plus brillante et la chaleur plus grande; la suie qui s'attachait à la surface inférieure de la chaudière est immédiatement détruite et le métal redevient brillant.

Mais pour arriver à de bons résultats, quelques précautions sont nécessaires. Ainsi dès que la vapeur est introduite dans le fourneau, on remarque que l'action de l'air dans le cendrier cesse à l'instant, et qu'en conséquence si l'on ne supplée pas à ce défaut soit par des trous soit par une porte placée près du tube, la combustion devient incomplète par manque d'une suffisante quantité d'air. Ainsi encore par l'admission de la vapeur dans le fourneau le tirage est fort accru, et lorsque la cheminée est élevée, la chaleur produite par la combustion est si rapidement entraînée, que la chaudière n'a pas le temps de se l'approprier, les précautions consistent soit à diminuer la hauteur de la cheminée, ou même à la supprimer tout à fait, soit à refroidir le canal par des ouvertures pratiquées à sa base. Enfin il importe encore que le combustible que l'on introduit dans le foyer, le soit dans la partie supérieure, afin que les produits volatiles dégagés se trouvent en contact immédiat avec la vapeur d'eau et l'air atmosphérique.

Dans mes essais, la vapeur a été employée sous des pressions variables entre 3 livres et 35 livres, et dans tous les cas elle a complétement brûlé la fumée.

Les barres de fer du foyer sont moins corro-

dées par l'usage de la vapeur que par l'emploi de l'air seul, et quant aux chaudières, elles ne sont aucunement altérées.

---

9. *Détermination de l'*ÉQUIVALENT *de quelques corps simples*; par MM. Erdmann et Marchand. (Revue scient., t. 13, p. 382.)

Le travail dont nous nous occupons prouvera probablement que l'idée de Prout, que les équivalents des corps simples sont des multiples de l'équivalent de l'hydrogène, est exacte. Du moins nous avons trouvé jusqu'à présent des nombres qui nous font espérer que ceux qui nous restent à déterminer viendront aussi à l'appui de cette loi. Voici ces nombres.

Oxygène. . .	O	=	100	=	8
Hydrogène. .	H^2	=	12,5	=	1
Carbone. . .	C	=	75	=	6
Azote. . . .	Az^2	=	175	=	14
Calcium. . .	Ca	=	250	=	20
Chlore. . . .	Cl^2	=	450	=	36
Argent. . . .	Ag	=	1.375	=	110
Mercure. . .	Hg	=	1.250	=	100
Plomb. . . .	Pb	=	1.300	=	104

---

10. *Nouveau procédé pour obtenir l'*OXYGÈNE; par M. Balmain. (Philos. mag., juillet 1842.)

Ce procédé consiste à distiller un mélange de 3 parties de bichromate de potasse et de 4 parties d'acide sulfurique ordinaire. L'oxygène se dégage avec une très-grande rapidité. Ce moyen est plus économique que celui qui consiste à calciner du chlorate de potasse, car 2 parties de bichromate produisent autant d'oxygène que 1 partie de chlo-

pâte, tandis que ce dernier coûte trois fois autant. De plus, le résidu du bichromate est utile et peut être facilement employé à la préparation du même sel. Enfin la température qu'exige l'opération est si peu élevée, qu'une cornue ordinaire et une lampe suffisent pour obtenir une très-grande quantité de gaz.

---

11. *Moyen de déterminer isolément, par l'emploi du sulfhydromètre, la quantité de soufre des hyposulfites qui se trouvent réunis aux sulfures et à l'acide sulfhydrique dans quelques* EAUX SULFUREUSES *dégénérées au contact de l'air*; par M. Dupasquier. (Compt. rend. de l'Acad. t. 16, p. 1307.)

Pour opérer cette détermination, M. O. Henry fait bouillir une quantité déterminée de l'eau sulfureuse à analyser, après y avoir ajouté du bi-carbonate de potasse. L'ébullition chasse l'acide sulfhydrique libre, et l'acide carbonique provenant de la décomposition du bi-carbonate par la chaleur, décompose les sulfures alcalins, dont le soufre se trouve ensuite dégagé à l'état d'acide sulfhydrique. Lorsque cette eau ainsi traitée ne précipite plus en noir par l'azotate d'argent ammoniacal, on opère avec la teinture d'iode qui indique alors isolément le soufre des hyposulfites.

Voici un autre moyen qui a l'avantage d'être d'une exactitude parfaite, et de ne compliquer nullement l'analyse sulfhydrométrique.

Quand on a dosé par la teinture d'iode, mesurée au sulfhydromètre, le soufre d'une mesure ($\frac{1}{4}$ de litre ou 1 litre) d'eau minérale sulfureuse, on traite une égale mesure de cette eau par un

excès de sulfate neutre de zinc qui précipite le soufre des sulfures et de l'acide sulfhydrique; on filtre et on traite ensuite la liqueur par la teinture d'iode. Si cette liqueur, après y avoir ajouté de l'amidon, bleuit par l'addition d'une seule goutte de teinture iodique, l'eau ne contenait pas d'hyposulfite. Si la liqueur, au contraire absorbe une certaine quantité de teinture, l'eau contenait une quantité d'hyposulfite représentée par la quantité de l'iode employé. Dans ce dernier cas, il faut soustraire du degré donné par l'eau minérale dans son intégrité, le degré donné par l'hyposulfite, et calculer ensuite la proportion de ce sel par la quantité d'iode qu'il aura absorbé isolément.

---

12. *De l'origine du soufre dans les* VÉGÉTAUX; par M. Huraut. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 360.)

Les expériences de M. Vogel père ont prouvé que le soufre qui se rencontre dans les plantes ne provient pas, ou du moins ne provient pas toujours, des sulfates que recèle le sol. D'un autre côté, une multitude de faits prouvent qu'il existe de l'hydrogène sulfuré dans l'atmosphère. Il me paraît très-vraisemblable, d'après cela, que c'est par l'absorption et la décomposition de ce gaz que les végétaux auxquels le soufre est nécessaire, se procurent cette substance.

---

13. *Note sur quelques combinaisons du* PHOSPHORE *avec les corps halogènes;* par M. Cauvy, (Compt. rend. de l'Acad., t. 15, p. 1214.)

On obtient le composé défini de phosphore et

d'iode $P^4 I^6$ en dissolvant dans du protochlorure de phosphore une quantité convenable de ces deux corps. Ce composé se présente sous forme de belles aiguilles d'un rouge vif; il fond entre 120 et 130°. L'eau, et mieux l'air humide, le changent en acide iodhydrique et deux acides du phosphore; l'acide azotique le dissout facilement.

Par un procédé analogue on obtient le perbromure de phosphore, qui cristallise aussi en aiguilles d'un rouge vif.

Le phosphore chloré se produit en abondance dans un grand nombre de réactions, et notamment dans les divers procédés par lesquels on obtient les divers chlorures de phosphore : il est jaune-orangé, solide et assez volatil.

Les corps halogènes forment, en général, avec le phosphore une série de combinaisons en proportions pondérables très-faibles. Le phosphore iodaré est rouge de brique, infusible, inaltérable à l'air et à l'eau, volatil seulement à la chaleur du ramollissement du verre. Il contient 0,105 d'iode. La tendance que ce composé a à se former peut servir à faire reconnaître la présence de faibles proportions d'iode dans des solutions contenant du chlore et du brôme; en chauffant dans un tube un fragment de phosphore avec la liqueur à essayer à laquelle on ajoute un peu d'acide nitrique, on voit bientôt le phosphore se colorer en jaune-rougeâtre si le liquide contient de l'iode. Le chlore et le brôme dans les mêmes circonstances ne produisent aucun effet semblable.

---

14. *De l'essai de l'*ARSENIC *par le cuivre*; par M. Reinsch. (Journ. de Pharm., t. 2, p. 361.)

Le procédé que je propose consiste à aciduler

par de l'acide chlorhydrique les liqueurs arsenicales à essayer et à les faire bouillir avec du cuivre métallique, qui se recouvre alors d'une couche de couleur gris de fer. La précipitation de l'arsenic par ce moyen est si complète, que l'appareil de Marsh n'en peut plus déceler aucune trace dans la liqueur.

Outre les métaux précieux qui se distinguent facilement de l'arsenic par leur couleur et leur éclat, le bismuth et l'antimoine sont les seuls qui se précipitent aussi dans les mêmes circonstances; mais le bismuth se présente toujours à l'état cristallin, et l'antimoine recouvre constamment le cuivre d'une pellicule violette dans les dissolutions étendues, et blanc grisâtre dans les dissolutions concentrées. Ces deux derniers métaux se distinguent de l'arsenic d'une manière encore plus précise.

Le cuivre ne précipite l'arsenic ni d'une dissolution d'acide arsénieux dans les acides phosphorique, sulfurique, acétique, etc., ni même d'une dissolution du même acide dans l'eau; mais vient-on à faire tomber quelques gouttes d'acide muriatique concentré sur le cuivre, les liqueurs étant chaudes, le métal se recouvre de la pellicule caractéristique gris de fer de l'arsenic, et la réaction est encore sensible avec une dissolution qui ne contient qu'un millionième d'acide arsénieux.

Ce mode d'essai est préférable à celui de Marsh, parce qu'il est aussi sensible sans en avoir les inconvénients. Il ne peut en effet comme ce dernier donner lieu à des méprises par de fausses taches d'origine organique, ou par l'emploi de zinc arsénical, ou par la désagréable mousse de la liqueur. Il suffit, dans les recherches judiciaires, d'enlever avec de l'acide chlorhydrique pur et faible les

substances contenues dans l'estomac et les intestins, et de traiter ensuite la liqueur filtrée par une lame de cuivre.

Pour constater d'ailleurs les propriétés de l'arsenic et achever de se convaincre de sa présence ou de son absence, de manière à rendre toute erreur impossible, on lave avec précaution la lame de cuivre avec de l'eau, on la sèche avec soin au-dessus de la flamme d'une bougie, et on la met dans un tube de verre long de $0^m,40$ et étiré en pointe fine à son extrémité. On chauffe près de la lame avec la lampe à alcool, et pendant ce temps, on fait passer un faible courant d'air dans le tube; l'arsenic changé en acide arsénieux se sublime et se dépose en petits cristaux dans la partie effilée. On peut le recueillir et le soumettre à l'épreuve soit de l'hydrogène sulfuré, soit du nitrate d'argent, soit mieux de l'appareil de Marsh. Si l'on veut l'obtenir à l'état métallique sur une plaque de porcelaine, on fait passer un courant de gaz hydrogène dans le tube de verre pendant qu'on le chauffe, et on enflamme le courant à sa sortie par la pointe effilée.

Si l'on opère sur de l'antimoine, on obtient des résultats semblables; mais la couche de ce métal n'est pas aussi manifestement cristalline, et elle est moins volatile que celle de l'arsenic; ordinairement il se forme aussi, par le passage du courant de gaz hydrogène, une couche métallique dans le tube, tandis qu'on n'en observe pas avec l'arsenic; il est également facile de démontrer dans le tube même la présence de l'acide antimonieux, tout comme celle de l'acide arsénieux.

---

15. *Méthode d'analyse pour constater des quantités minimes d'hydrogènes* ARSÉNIQUÉ, PHOSPHORÉ, SULFURÉ *ou du gaz sulfureux. Méthode nouvelle pour extraire tout l'*ARSENIC *d'une matière animale empoisonnée*; par M. Jacquelain (Compt. rendu de l'Ac., t. 16, p. 28).

Le procédé que je propose se résume théoriquement en quelques mots :

Détruire l'agrégation des matières animales, les convertir en un produit presque insoluble et d'un lavage aussi facile que le sable; rendre au contraire soluble tout le poison, toutes les matières salines qu'elles renferment; soumettre cette solution à l'action de l'hydrogène naissant.

Quant à l'exécution, elle est à la fois prompte et facile.

Si l'on opère sur de la fibre musculaire récente ou des viscères, on commence par les découper et broyer dans un mortier de marbre. Si l'on expérimente sur des intestins non décomposés, on les coupe également en menus morceaux, puis on les broie encore à sec dans un mortier de marbre, mais avec du sable purifié à l'acide chlorhydrique et calciné.

Cette précaution devient évidemment superflue à l'égard de la matière des fèces ou des vomissements.

La désagrégation terminée, on délaye le tout avec de l'eau distillée, de manière à avoir un volume d'un demi-litre, si l'on a pris 100 grammes de matière animale; on soumet ce mélange à l'action d'un courant de chlore, prolongé à froid jusqu'à ce que toute la matière animale en suspension ait acquis la blancheur du caséum.

Alors, en bouchant le ballon, on laisse réagir jusqu'au lendemain, puis on jette sur un linge fin, lavé à l'eau distillée aiguisée d'acide chlorhydrique.

La solution limpide et incolore doit être ensuite jaugée, portée à l'ébullition pour chasser l'excès de chlore, et enfin introduite avec 80 grammes de zinc dans l'appareil décrit dans le rapport fait à l'Académie, suivi d'un tube laveur contenant du chlorure d'or en dissolution. Cet appareil se compose d'un tube de sûreté sans boule, par lequel on verse de l'acide sulfurique; d'un tube courbé à un angle, rempli dans sa branche horizontale d'amiante calcinée mouillée d'acide sulfurique; d'un tube droit peu fusible, long de 4 décimètres pour une section de 3 millimètres, qui communique avec un appareil laveur à moitié rempli d'une dissolution de chlorure d'or représentant 0gr,5 d'or environ. Le tube droit, enveloppé vers son milieu d'une feuille de clinquant de 1 décimètre de longueur, doit être chauffé avec une lampe à l'alcool. L'arsenic se dépose à l'état métallique dans le tube chauffé au rouge; ce qui s'échappe vient réduire le chlorure d'or et former de l'acide arsénieux.

Reste donc à mettre en liberté l'arsenic fixé par le chlorure d'or, et à le reconnaître, si toutefois l'arsenic métallique ne s'est pas condensé dans le tube horizontal; puis à doser au besoin cet arsenic.

Pour reconnaître comme pour doser cet arsenic, la marche est la même. A cet effet, il faut réduire l'or du chlorure excédant par l'acide sulfureux, chasser par ébullition l'excès de ce gaz, filtrer, distiller à siccité la solution dans une cornue tubulée à l'émeri munie d'un récipient (afin de décomposer une petite quantité de sel d'or qui

demeure irréductible par l'acide sulfureux). On lave ensuite la cornue à l'eau chargée d'acide chlorhydrique, on réunit cette liqueur au produit distillé pour soumettre le tout à un courant d'hydrogène sulfuré, on chasse ensuite l'excès de ce gaz par ébullition, enfin on lave par décantation à l'eau chaude et l'on recueille le précipité séché à 100 degrés. Dans cet état, le sulfure d'arsenic est nécessairement propre à subir toutes les épreuves accoutumées, c'est-à-dire à se convertir en arsenic, acide arsénieux et arséniate d'argent, selon l'occurrence.

Lorsqu'on se propose de rechercher l'arsenic dans les os d'animaux, il faut, s'ils sont volumineux, les réduire en râpure comme cela se pratique pour la corne du cerf, renfermer ces débris dans un linge, en faire un nouet et le suspendre dans l'eau légèrement aciduléepar de l'acide chlorhydrique, afin d'enlever tous les sels minéraux qu'ils recèlent et de toucher le moins possible à la matière animale.

La solution qui en provient est ensuite essayée dans l'appareil, comme on vient de le dire, mais en faisant usage d'acide chlorhydrique pur pour dégager l'hydrogène et non pas d'acide sulfurique. Sans cette mesure, un abondant précipité de sulfate de chaux prendrait naissance et l'action de l'acide sulfurique sur le zinc ne pourrait plus se continuer.

Enfin, le résidu gélatineux retenu par le linge étant broyé dans un mortier, puis délayé dans de l'eau, n'a plus qu'à subir le traitement recommandé pour la fibre musculaire, en partant de l'action du chlore.

L'hydrogène antimonié ou phosphoré préci-

pite l'or tout comme l'hydrogène arsenié. Néanmoins, il ne faudrait pas conclure de là que la méthode pour découvrir l'arsenic dans les matières organiques serait applicable à l'antimoine. Nullement : toute combinaison antimoniale rendue soluble de manière à ne pas se troubler par l'eau, n'abandonne qu'une fraction de l'antimoine sous forme d'hydrogène antimonié ; l'autre se précipite. Cette difficulté étant prise en considération, il ne faudrait donc jamais doser l'antimoine d'une combinaison au moyen du zinc et de l'acide sulfurique étendu, et jamais non plus employer l'appareil à hydrogène pour extraire l'antimoine d'une matière organique empoisonnée par ce corps.

---

16. *Sur un nouveau procédé pour la distinction et la séparation de l'*ARSENIC *d'avec l'antimoine dans les miroirs métalliques obtenus avec l'appareil de Marsh;* par M. **Fresenius.** (Journ. de Pharm., t. 2, p. 535.)

M. Pettenkofer a fait connaître, il y a peu de temps, une méthode pour soumettre à un nouvel essai les miroirs métalliques obtenus avec l'appareil de Marsh, particulièrement pour distinguer les miroirs d'arsenic de ceux d'antimoine, ou pour les reconnaître tous les deux ensemble. Son ingénieux procédé consiste tout simplement à faire arriver un courant de gaz hydrogène sulfuré à travers le tube de verre, où se trouve le miroir en question, et à chauffer en même temps la couche métallique. Les deux métaux se combinent dans cette opération avec le soufre ; l'antimoine passe à l'état de sulfure noir ou bien plus ou moins rouge

orange, et l'arsenic à l'état de sulfure jaune. La différence de volatilité des deux sulfures métalliques, jointe à la différence de leur couleur, fournit alors le moyen de reconnaître la nature du miroir métallique; en effet, dans le cas de la présence simultanée de l'arsenic et de l'antimoine, le sulfure d'arsenic, plus volatil, se dépose constamment avant le sulfure d'antimoine, qui l'est moins.

M. Pettenkofer propose surtout sa méthode pour les cas de médecine légale; mais elle ne porte pas le cachet d'une certitude positive; car il n'existe pas de limites rigoureuses entre plus et moins volatil, et jaune et orange ne sont pas comme blanc et noir.

Ce reproche ne saurait atteindre la méthode que je vais indiquer, qui est basée sur une séparation absolue de l'arsenic d'avec l'antimoine; aussi je crois devoir la décrire dans tous ses détails.

On se procure par le procédé connu, en chauffant le tube de verre, d'où se dégage le gaz hydrogène arseniqué ou antimonié, un miroir métallique aussi fort que possible; on remplace ensuite le premier tube par un second, par un troisième, etc., jusqu'à ce qu'on n'obtienne plus de couches évidentes. On fait alors passer à travers les tubes de verre un courant de gaz hydrogène sulfuré sec, assez lent pour que, lorsqu'on l'enflamme à la pointe effilée et brisée du tube, il continue de brûler; et on chauffe ensuite le miroir métallique avec une simple lampe à l'esprit de vin, de dehors en dedans, par conséquent contre la direction du courant de gaz. — Une fois qu'on connaît la force que ce courant doit avoir, si on

coup de cas des hydrogènes carbonés liquides. Mais je me suis assuré que cette réduction n'a jamais lieu, ou du moins qu'elle ne se manifeste que d'une manière tout à fait insignifiante.

M. Faraday a remarqué le développement de l'ammoniaque dans la fusion de l'hydrate de potasse avec les métaux ou les matières organiques non azotés; mais ses expériences ont eu pour but bien déterminé de faire voir qu'il existe quelque source inconnue d'ammoniaque, et que l'azote de l'air ne joue pas un rôle actif dans ces circonstances. Ces expériences sont tout à fait convaincantes, et toutes celles que j'ai faites conduisent à la même conséquence, savoir que l'azote de l'atmosphère ne possède pas du tout la propriété de se combiner avec l'hydrogène, au moment où ce dernier se sépare d'une combinaison. L'azote qui a été obtenu dans toutes celles de ces expériences où l'on en a observé, provenait évidemment de l'ammoniaque qui se trouve dans l'air et que tous les corps poreux, ainsi que les végétaux, ont la faculté d'absorber avec une si grande avidité.

---

18. *Note au sujet de l'article précédent*; par M. Reiset. (Ann. de Ch., t. 8, p. 232.)

Je me suis aperçu que l'alcali dont j'avais fait usage dans mes expériences contenait du nitre, avant même que M. Will ait publié ses observations; et j'ai reconnu que les matières non azotées, brûlées avec un mélange d'alcali et de chaux bien exempt de nitrates, ne donnent pas sensiblement d'ammoniaque.

C'est à l'expérience à nous apprendre maintenant

si la méthode de MM. Varrentrapp et Will peut toujours donner des résultats satisfaisants. On sait déjà qu'elle est en défaut quand il s'agit d'analyser les nitrates et les produits de l'acide nitrique : je ne la crois pas plus exacte à l'égard des combinaisons azotées obtenues à des températures élevées par l'action des alcalis; enfin, en mettant même de côté ces deux classes de produits, peut-on savoir l'état dans lequel se trouve l'azote dans une combinaison? Que dans certains cas cette méthode puisse seulement servir comme moyen de contrôle pour la détermination de l'azote, et elle aura déjà rendu un grand service à la science.

---

19. *Mémoire sur un procédé simple pour constater la présence de l'*AZOTE *dans des quantités minimes de matières organiques*; par M. Lassaigne. (Compt. rend. de l'Ac., t. 16, p. 387.)

Ce moyen est d'une sensibilité extrême, et il repose sur la facilité avec laquelle se forme le cyanure potassique lorsque l'on calcine au rouge obscur, à l'abri de l'air, du potassium en excès avec une matière organique même très-peu azotée.

On fait l'expérience dans un petit tube de verre de 2 cent. et demi de longueur, sur 1 mil. et demi de diamètre. On met au fond de ce tube un petit morceau de potassium de la grosseur d'un grain de millet : on le tasse légèrement avec un fil de platine, puis on projette dessus la matière à essayer. Dans quelques circonstances où la matière est volatile, il faut la placer au-dessous du potassium, pour que les produits de la décomposition par le calorique puissent réagir sur ce métal et produire une certaine quantité de cyanure. Les

dispositions rapportées ci-dessus étant faites, on saisit le tube près de son extrémité ouverte avec une pince, et on le chauffe peu à peu à la flamme d'une lampe à esprit de vin, jusqu'à ce que l'excès de potassium soit volatilisé à travers la matière organique. On reconnaît facilement ce point à la vapeur verdâtre qui se montre à quelque distance de la partie échauffée. Après avoir porté au rouge obscur la partie du tube où était contenu le mélange, ou retire le tube et on le laisse refroidir. Pour enlever le produit de la calcination, on coupe le petit tube en deux avec un trait de lime; on les met dans une petite capsule de porcelaine, et on y verse quatre à cinq gouttes d'eau distillée pour dissoudre le cyanure formé. La liqueur qui en résulte, décantée du résidu charbonneux, ou essayée sans décantation avec une goutte de sulfate ferroso-ferrique, produit immédiatement un précipité verdâtre sale, qui, étant mis en contact avec une goutte d'acide chlorhydrique, devient d'un bleu foncé, si la matière contient de l'azote, même en petite quantité. Dans le cas contraire, le précipité d'hydrate de fer occasionné par l'addition du sel ferreux se redissout en totalité sans produire de coloration bleue. Le potassium ne peut être remplacé ni par l'hydrate de potasse, ni par le carbonate de potasse.

Il est indispensable aussi de s'assurer de l'absence des nitrates ou des sels ammoniacaux.

---

20. *Mémoire sur un nouveau procédé de* CHLOROMÉTRIE; par M. Lassaigne. (Compte rend. de l'Acc., t. 15, p. 503.)

Ce procédé me paraît devoir l'emporter sur le

chloromètre à base d'indigo par l'inaltérabilité de la liqueur d'épreuve dont on fait usage et par les résultats précis et constants qu'il peut fournir. Il repose sur la connaissance exacte de la proportion de chlore gazeux, sec, qui peut décomposer un poids déterminé d'iodure de potassium pur, pour se transformer entièrement en chlorure de potassium et en perchlorure d'iode, composés solubles dans l'eau l'un et l'autre. La décomposition de cet iodure est facilement accusée par une petite quantité de solution d'amidon qui, ajoutée à la solution titrée d'iodure, au moment où l'on verse la solution chlorique, se trouve colorée immédiatement et successivement en bleu, violet, vert, rouge et jaune, tant qu'il reste la plus petite portion d'iode libre. Dès que la décomposition est terminée, la liqueur décolorée reprend la transparence et la limpidité de l'eau distillée : cette réaction permet d'apprécier beaucoup mieux qu'avec la solution sulfurique d'indigo qui reste, comme on sait, toujours colorée en jaune rougeâtre plus ou moins foncé, le moment précis où l'essai est arrivé à son terme.

Un équivalent d'iodure de potassium pur et fondu exige pour sa décomposition complète 6 équivalents de chlore sec. Il en résulte 1 équivalent de chlorure de potassium, et 1 équivalent de perchlorure d'iode ICl^5. D'après ces données 1 litre de chlore gazeux sec, à 0^{m}76 de pression pesant 3$^{gr.}$,208, décompose 2$^{gr.}$,482 d'iodure de potassium.

En faisant donc dissoudre dans un litre d'eau distillée, cette quantité d'iodure de potassium, on prépare une solution normale qui exige pour sa décomposition totale un volume égal au sien de chlore gazeux sec. Pour s'en servir on en prend

avec une petite pipette graduée, une mesure connue qu'on met dans un verre ordinaire, et on y ajoute une petite quantité de solution d'amidon (préparée en dissolvant à chaud 1$^{gr.}$ d'amidon dans 100$^{gr.}$ d'eau, laissant refroidir et filtrant, ou en broyant à sec la fécule dans un mortier d'agate, et la traitant ensuite par 100 p. d'eau froide). On remplit la burette graduée, à col recourbé, dont on fait ordinairement usage dans les essais chlorométriques, de la solution, l'on en verse goutte à goutte dans le volume de solution titrée d'iodure de potassium, mélangée de solution d'amidon, et on s'arrête au moment où la liqueur, après avoir passé par toutes les nuances indiquées, se décolore complétement. Les quantités de solution chlorée sont en raison inverse des proportions de chlore qu'elles contiennent. Les seules précautions à prendre dans l'essai sont de tenir dans la main gauche le verre où est la mesure titrée d'iodure additionnée de huit à dix gouttes de solution d'amidon, et d'imprimer à ce vase un mouvement giratoire pendant qu'on verse avec la main droite la solution chlorée contenue dans la burette.

La détermination du titre d'un hypochlorite alcalin se pratique de la même manière en opérant sur une solution récente de ce sel, faite dans les proportions de 10$^{gr.}$ par litre d'eau. Une seule condition est essentielle à observer pour que l'opération se fasse promptement et avec exactitude; c'est d'ajouter à la liqueur d'épreuve titrée et additionnée d'amidon, une goutte ou deux d'acide sulfurique concentré, afin d'opérer le dégagement du chlore, lorsqu'on vient à y verser la solution d'hypochlorite. Si cette indication n'est pas

remplie, l'opération ne s'accomplit que lentement et à plusieurs reprises; car à la coloration et à la décoloration produites par les premières gouttes d'hypochlorite dans la liqueur d'épreuve non acidulée, succède spontanément une nouvelle coloration qu'on détruit aussitôt par quelques gouttes d'hypochlorite, et cet effet se continue quatre à cinq fois de suite, jusqu'à ce que l'iodure de potassium soit décomposé.

---

21. *Sur la recherche de l'*IODE *dans les* EAUX MINÉRALES; par M. Bonjean. (Compt. rend. de l'Acad., t. 16, p. 1178.)

La présence de l'iode dans les eaux minérales étant pour la thérapeutique un point très-important à constater, plusieurs chimistes se sont occupés de la recherche de moyens propres à atteindre ce but; mais parmi les moyens indiqués jusqu'à présent, les uns présentent des inconvénients dans leur application, les autres sont longs et difficiles à appliquer, et tous exigent, de la part de l'opérateur, de l'expérience dans les manipulations chimiques. Il était donc utile de chercher un procédé qui eût à la fois le double avantage de pouvoir accuser dans un liquide quelconque les plus petites traces de d'iode, et de présenter dans son exécution toute la simplicité, la facilité et la promptitude désirables.

Je crois avoir trouvé ce procédé en ayant recours à un réactif que l'on trouve partout et que l'on peut se procurer à un très-bas prix; ce réactif est l'acide nitrique. J'ai constaté par des expériences répétées qu'à l'aide du chlore on ne peut constater la présence dans une dissolution que

de $\frac{1}{200\,000}$ d'un iodure alcalin, tandis que l'acide nitrique peut faire reconnaître l'existence d'une quantité vingt fois moindre de ce même iodure, c'est-à-dire de $\frac{1}{4\,000\,000}$ du poids de la dissolution.

Voici comment il faut opérer : on met dans une capsule de porcelaine une certaine quantité de l'eau minérale; on y ajoute une petite quantité d'une solution d'amidon, et l'on verse goutte à goutte de l'acide nitrique dans ce mélange jusqu'à ce qu'il se manifeste au fond de la capsule une couleur violette, lilas ou rose, selon que l'eau est plus ou moins riche en iode; on agite ensuite avec un tube de verre, et si la couleur obtenue d'abord par l'action de l'acide vient à s'affaiblir ou à disparaître par l'agitation, on ajoute une nouvelle portion d'acide, toujours par gouttes, et en remuant continuellement jusqu'à ce que l'on ait obtenu le maximum de coloration. On voit facilement qu'on est arrivé à ce point quand l'intensité de la couleur produite n'augmente plus par l'addition des dernières gouttes d'acide; un plus grand excès de cet acide ferait disparaître la couleur.

Quand on a affaire à une eau minérale riche en soufre, il faut préalablement la désulfurer; mais on peut se dispenser de cette opération lorsque l'eau ne renferme qu'une très-petite proportion de principe sulfureux.

La solution d'amidon doit être employée concentrée et en excès, surtout lorsque l'on n'a à constater que des traces d'iode. Il faut qu'elle soit aussi récente que possible; cependant on peut la conserver bonne pendant un mois et plus, si l'on a la précaution de la tenir dans un lieu bien frais.

Je suis parvenu, à l'aide du procédé que je viens de décrire, à reconnaître la présence de

l'iode dans le lichen d'Islande, le *Fucus crispus*, le *Fucus helmintocortos*, la coraline blanche et l'éponge, en opérant sur une simple infusion de ces substances, et en prenant seulement la précaution de décolorer préalablement l'infusion au moyen du charbon.

Au moyen de l'acide nitrique, j'ai encore facilement constaté l'existence de l'iode dans l'eau de la source sulfureuse, dite Chevillard, située à une demi-heure d'Aix en Savoie, tandis que, par les procédés ordinaires, je n'en avais pas trouvé, même en opérant sur le résidu de la concentration de 15 kilogrammes de cette eau.

---

22. *Sur un procédé propre à faire reconnaître par une seule expérience le* BRÔME *et l'*IODE *dans les plantes marines;* par M. Dupasquier. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 112.)

1° *Recherche de l'iode et du brôme dans les substances marines qui ne contiennent ou qui ne renferment que des traces de sulfate alcalin.* — On calcine, par exemple, 50 grammes et même une moindre quantité d'éponge (non lavée), ou de mousse de Corse, dans un petit creuset muni de son couvercle, puis on triture le charbon qui en provient, pendant qu'il est encore chaud, avec environ 100 grammes d'eau distillée bouillante, et l'on filtre. On peut aussi laisser refroidir le creuset, pulvériser le charbon et le faire bouillir pendant quelques minutes dans l'eau distillée.

La solution des parties solubles du charbon étant ainsi opérée, on verse une portion de la liqueur filtrée dans un tube fermé par une extrémité, d'une longueur de 20 à 25 centimètres, et de 2 à

3 centimètres de diamètre. Le liquide ne doit occuper que la moitié, ou au plus les deux tiers de la capacité du tube. Cela fait, on ajoute à ce liquide un peu de solution d'amidon et l'on y verse goutte à goutte, et avec précaution, une solution aqueuse de chlore. L'iode rendu libre par le chlore bleuit d'abord l'amidon. En continuant d'ajouter du chlore, *la couleur bleue disparaît* et le liquide prend une *teinte jaune* qui annonce la présence du brôme à l'état de liberté. Pour séparer le brôme, il suffit alors de verser dans le tube un peu d'éther sulfurique, de manière à en former une couche d'un à deux centimètres, et d'agiter un instant, pour opérer le mélange momentané de deux liquides. Par un repos de quelques secondes, l'éther vient surnager l'eau, tenant en solution le brôme qui lui communique une couleur *jaune* ou *jaune rougeâtre*, suivant qu'il est en plus ou moins grande proportion, et le liquide aqueux se trouve décoloré. On peut ensuite le ramener au bleu, sans détruire la couleur rouge de l'éther; il suffit pour cela d'y ajouter un peu de la solution filtrée mise à part. On a alors un iodure d'amidon qui est bleu, recouvert par une solution éthérée de brôme.

Dans cette expérience, le chlore décompose d'abord l'iodure, et l'iode rendu libre bleuit l'amidon. En continuant d'ajouter du chlore, on détruit la couleur, par la raison que l'iode passe à l'état de chlorure d'iode, qui est sans action sur l'amidon. L'excès de chlore décompose alors le bromure, et le brôme rendu libre est dissous par l'éther qui l'entraîne à la surface du liquide aqueux. Par l'addition d'une nouvelle quantité de ce liquide, l'excès de chlore met de nouveau un peu

d'iode à nu, lequel reproduit la couleur bleue en se combinant à l'amidon.

Quand on aperçoit la nuance jaune qui succède à la disparition du bleu, il faut cesser immédiatement d'ajouter du chlore ; sans cette précaution, le liquide ne tarde pas à se décolorer, probablement par la formation d'un chlorure de brôme.

Au lieu de chlore, on peut se servir d'*acide azotique* ordinaire qu'on ajoute goutte à goutte jusqu'à ce que la couleur bleue soit bien prononcée ; il suffit alors d'ajouter l'éther et d'agiter fortement le tube pour obtenir par quelques secondes de repos *un liquide bleu ou violet, recouvert d'une couche rougeâtre d'éther bromé.* Dans cette expérience, l'iode et le brôme sont rendus libres en même temps par l'acide azotique, ce qui fait qu'on obtient immédiatement les deux couleurs qui indiquent leur présence.

Quand on se sert d'acide azotique, il faut cesser d'en ajouter au liquide dès que la coloration bleue est prononcée ; en continuant de verser de l'acide, on amènerait en effet la décoloration complète du liquide, par l'effet de la réaction de l'acide azotique en excès sur l'iode et le brôme.

2° *Recherches de l'iode et du brôme dans les substances marines qui contiennent un sulfate alcalin.* — Quand on agit sur le *fucus crispus* ou une autre production marine qui contient un sulfate alcalin, le charbon qu'on obtient, réduit en poudre et traité par l'eau bouillante, donne une liqueur de couleur jaune, coloration qui est due à la présence d'un sulfure sulfuré ou polysulfure provenant de la décomposition du sulfate par le carbone. C'est ce sulfure sur lequel réagissent l'iode et le brôme, en formant immédiatement

après leur mise en liberté un iodure et un bromure, qui s'oppose à ce que ces deux principes donnent lieu, le premier à la coloration bleue de l'amidon, le second à la coloration rouge de l'éther. Lors donc qu'on traite le décoctum aqueux du charbon par l'amidon et l'éther, avec addition de chlore ou d'acide azotique, on n'aperçoit ni couleur bleue, ni couleur rouge, mais seulement une précipitation abondante de soufre. On ne peut donc alors prononcer sur l'existence ou la non-existence du brôme ou de l'iode.

Mais on fait disparaître cette difficulté en précipitant préalablement le soufre du sulfure alcalin à l'état de sulfure métallique, au moyen d'une solution saline qui décompose le sulfure alcalin sans donner lieu à la précipitation du brôme et de l'iode, à l'état de bromure et d'iodure métalliques. On peut obtenir ce résultat par différents sels : j'emploie ordinairement le sulfate de zinc, que j'ajoute au liquide en quantité suffisante, pour qu'il ne reste plus dans la liqueur de trace de sulfure alcalin. Un excès de sulfate de zinc ne s'oppose nullement au résultat définitif de l'opération. Après avoir filtré pour séparer le sulfure de zinc, on opère comme je l'ai ci-dessus indiqué, au moyen de l'amidon et de l'éther, avec addition de chlore ou d'acide azotique. La coloration bleue de l'amidon et la coloration rouge de l'éther sont alors obtenues, comme lorsqu'on agit directement sur le décoctum de charbon d'éponge où il existe un iodure et un bromure, sans trace de soufre à l'état de sulfure alcalin (1).

(1) Il reste cependant encore dans la liqueur une trace d'hyposulfite de soude, sel formé en même temps que le

donnant lieu à la formation d'un carbonate et d'un sulfure alcalin.

D'après les analyses que j'en ai faites on doit le considérer comme une combinaison de soufre $CSCl^2$ analogue au chloroxyde de carbone; mais je n'ai pas encore pu l'obtenir exempt d'un mélange de carbure de soufre.

---

24. *Purification de* L'ACIDE SULFURIQUE *à un atôme d'eau*, par M. Jacquelain. (Ann. de Ch., t. 7, p. 189.)

Pour purifier l'acide sulfurique ordinaire, on le distille et on fait bouillir le produit distillé avec un peu de soufre pour détruire l'acide azotique; mais après cette opération il reste toujours un peu d'acide sulfureux, résultant de l'action de l'excès de soufre sur l'acide sulfurique. Pour le débarrasser de cette petite quantité d'acide sulfureux, j'ajoute un peu de chlore en dissolution, et pour chasser ensuite la totalité de ce dernier, ainsi que l'acide chlorhydrique produit, je porte le mélange à l'ébullition pendant quelques minutes.

L'acide sulfurique préparé de cette manière est parfaitement pur, et avec le zinc également pur, il donne de l'hydrogène absolument exempt de soufre, tandis que pour peu qu'il renferme de l'acide sulfureux, le gaz contient une quantité notable d'hydrogène sulfuré. Néanmoins je ferai remarquer que l'acide sulfurique pur peut aussi donner avec le zinc de l'hydrogène mêlé d'hydrogène sulfuré, toutes les fois que dans un appareil on fait tomber de l'acide sulfurique en quantité suffisante pour occasionner une élévation de température avant que la totalité de l'acide in-

troduit ne soit affaiblie par son mélange avec l'eau, parce qu'alors le zinc décompose une partie de l'acide sulfurique, avec production d'acide sulfureux sur lequel l'hydrogène réagit en formant de l'hydrogène sulfuré. Mais rien de semblable n'arrive si l'on prend la précaution de faire plonger l'extrémité inférieure du tube droit à 10 cent. de distance du zinc, ou bien encore si le tube très-voisin du métal se trouve terminé par une pointe relevée de manière à lancer l'acide sulfurique de bas en haut avant que ce dernier n'arrive sur le métal.

Le protosulfate de fer que M. Desbassins a proposé le premier d'employer pour reconnaître la présence d'un acide azoté dans l'acide sulfurique, est d'une sensibilité extrême et peut accuser $\frac{1}{500000}$ de ces composés. Voici les précautions qui se prêtent le mieux au succès de l'opération. On prend 50 gr. au moins d'acide sullfurique; on verse à la surface 0 gr., 35 d'eau distillée; on laisse dissiper la chaleur produite par le contact des deux liquides, puis on ajoute une dizaine de gouttes de protosulfate de fer et on fait le mélange avec lenteur, pour éviter toute élévation de température capable de détruire le composé violet qui prend naissance lorsqu'il existe un acide azoté dans l'acide sulfurique.

La narcotine que l'on a préconisée dans ces derniers temps est infiniment moins sensible que le protosulfate de fer, et de plus elle est infidèle, car je me suis assuré que dans certaines circonstances elle colore l'acide sulfurique en jaune d'ambre qui passe au rouge orangé.

Mais lorsqu'il est question de reconnaître des quantités notables d'acides azotés libres ou combinés, l'acide sulfurique et le protosulfate de fer

doivent être remplacés par l'acide chlorhydrique et la feuille d'or, portés à l'ébullition avec la liqueur.

---

25. *Mémoire sur un nouvel* OXACIDE DU SOUFRE; par MM. Fordos et Gélis. (Ann. de Ch. t. 6, p. 484.)

Nous avons analysé différents échantillons d'hyposulfite de soude du commerce, et nous avons trouvé à tous ces sels la même composition, qui est représentée par la formule



$$NaO,S^2O^2+5HO.$$

Lorsqu'on ajoute de l'iode à une dissolution d'un hyposulfite quelconque, il s'en dissout une grande quantité sans qu'il se produise de précipité dans la liqueur par l'addition d'un sel de baryte, ce qui prouve qu'il ne se forme pas d'acide sulfurique. L'iode se trouve dans la liqueur à l'état d'iodure: car il donne avec les dissolutions métalliques tous les précipités caractéristiques de cette classe de corps. Cette liqueur reste neutre, et lorsqu'elle est saturée d'iode, ce que l'on reconnaît à la teinte jaune qu'elle commence à prendre, elle en contient un demi-équivalent, ou un atome, pour un équivalent d'hyposulfite. Pendant cette réaction, l'iode enlève à l'hyposulfite la moitié du sodium qu'il contient, tandis que l'oxygène, qui était combiné à cette portion de métal, s'ajoute au reste des éléments pour former un nouvel acide S^4O^5, analogue à celui de M. Langlois, mais plus riche en soufre que ce dernier, réaction qui est exprimée par cette équation:



$$2(NaO,S^2O^2)+I=NaI+NaO,S^4O^5$$

nous nommons le nouvel acide, acide *hyposulfurique bisulfuré*.

Lorsqu'on fait bouillir la dissolution d'hyposulfite saturé d'iode dans lequel cet acide s'est formé, il se décompose, il se dégage de l'acide sulfureux, il se dépose du soufre, et il se forme de l'acide sulfurique.

Mais nous avons réussi à l'obtenir isolé en nous servant de l'hyposulfite de baryte, que nous nous sommes procuré par la double décomposition de l'hyposulfite de soude et de l'acétate de baryte, en opérant la précipitation dans des liqueurs concentrées, et lavant à l'alcool, parce que le sel de baryte est loin d'être insoluble. Ce sel obtenu, on le mêle avec de l'eau, de manière à former une bouillie claire, et l'on ajoute peu à peu des fragments d'iode, jusqu'à ce que le mélange commence à se colorer; la dissolution est très-rapide. A mesure que l'iode est absorbé, on voit l'hyposulfite disparaître, parce qu'il se forme de l'iodure de baryum et de l'hyposulfate bisulfuré de baryte, tous deux solubles; mais bientôt ce dernier sel ne trouvant plus assez d'eau pour se dissoudre, se précipite en flocons qui augmentent de plus en plus, et ne tardent pas à faire prendre en masse toute la liqueur; arrivé à ce point on traite cette bouillie épaisse par de l'alcool concentré, qui dissout l'excès d'iode employé et l'iodure de baryum formé, et laisse l'hyposulfate bisulfuré sous forme d'une poudre blanche cristalline. On continue les lavages à l'alcool jusqu'à ce que le sel ne contienne plus ni iode ni iodure.

On dissout cette poudre dans une très-petite quantité d'eau, et par l'évaporation spontanée on

obtient de très-beaux cristaux d'hyposulfate bisulfuré de baryte.

Ce sel a une saveur amère ; il est très-soluble dans l'eau, et peu soluble dans l'alcool ; il se conserve dans l'air sec à la température ordinaire ; il jaunit à la longue dans l'air humide ; il n'est pas décomposé par l'acide chlorhydrique à la manière des hyposulfites. L'acide azotique l'attaque vivement avec précipitation de soufre. Le chlore, lorsqu'il agit sur une dissolution concentrée, donne lieu à du chlorure de soufre qui se précipite au fond du vase ; mais si on le fait agir sur une dissolution très-étendue, il transforme tout le soufre en acide sulfurique, ce qui donne un moyen très-facile d'en faire l'analyse.

Lorsqu'on le chauffe avec précaution, il perd un peu de son poids, mais on ne peut en chasser complétement l'eau qu'il contient : car à + 80° il perd déjà de l'acide sulfureux. Lorsqu'on le calcine fortement il laisse du sulfate de baryte pur.

Il contient :

Baryte.	0,38482	— 1
Soufre.	0,32360	— 4
Oxygène.	0,20108	— 5
Eau.	0,09050	— 2
	1,00000	

A l'aide de ce sel on peut obtenir presque tous les autres, par double décomposition au moyen des sulfates, parce que presque tous sont solubles.

Pour isoler l'acide hyposulfurique bisulfuré, nous avons décomposé le sel de baryte par la quantité d'acide sulfurique strictement nécessaire pour précipiter toute la base, en ayant soin d'étendre l'acide de quatre fois son poids d'eau, et

de ne le verser que lentement sur le sel barytique, afin d'éviter une trop forte élévation de température, qui décomposerait l'acide.

Cet acide est incolore, inodore et transparent. Il a une saveur acide très-prononcée. S'il est étendu d'eau, on peut faire bouillir sa dissolution; mais peu à peu il se concentre, et bientôt il se décompose : du soufre se dépose, de l'acide sulfureux se dégage, et il reste de l'acide sulfurique. Il n'est pas altéré par les acides chlorhydrique et sulfurique étendus, mais l'acide nitrique l'attaque au contraire très-vivement.

Il se comporte avec les dissolutions métalliques comme l'acide sulfhyposulfurique, car il ne précipite pas les sels de fer, de zinc, de cuivre, etc. Il précipite en blanc le protochlorure d'étain et le bichlorure de mercure. Il donne avec le protoazotate de mercure un précipité jaunâtre qu'un excès d'acide fait passer au noir. Celui que l'on obtient avec l'azotate d'argent est blanc d'abord; mais après quelques secondes il jaunit; puis enfin il devient noir.

---

26. *Analyse des composés* OXYGÉNÉS DU SOUFRE; par MM. Fordos et Gélis. (Compt. rend. de l'Ac., t. 16, p. 1065.)

L'analyse des mélanges des composés oxygénés du soufre présente de grandes difficultés dans l'état actuel de la science. Le chimiste parvient encore à les reconnaître et à les doser lorsqu'ils sont unis deux à deux; mais les procédés connus sont tout à fait insuffisants lorsqu'ils sont réunis en plus grand nombre dans la même liqueur. Les travaux qui ont été faits dans ces derniers temps

en portant à six le nombre de ces composés, ont rendu les difficultés encore plus grandes; mais en même temps ils ont attiré l'attention sur quelques-unes des propriétés de ces corps qui ont la plus grande importance au point de vue de l'analyse.

Ainsi l'action différente que le chlore et l'iode exercent sur ces acides nous a permis de doser d'une manière rigoureuse des dissolutions qui contenaient jusqu'à cinq de ces composés. Bien que la plupart de ces différences d'action soient connues des chimistes, comme elles servent de base à la méthode analytique que nous allons décrire, nous croyons utile de les rappeler.

Le chlore et l'iode sont sans action sur les acides sulfurique et hyposulfurique; ils transforment au contraire rapidement l'acide sulfureux en acide sulfurique : l'eau est décomposée, et pour chaque équivalent d'acide sulfurique formé, il y a un équivalent de chlore ou d'iode d'absorbé et un équivalent d'acide chlorhydrique ou iodhydrique de produit.

Le chlore et l'iode sont loin d'agir de la même manière sur les trois autres acides du soufre, et nous sommes obligés d'entrer ici dans quelques détails.

Lorsqu'on fait arriver un courant de chlore dans un hyposulfite dissous, les phénomènes sont différents suivant l'état de concentration des liqueurs : dans une dissolution concentrée, la réaction est très-compliquée; indépendamment du soufre, de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique, il se produit un liquide jaune qui coule au fond du vase et possède tous les caractères du chlorure de soufre. Dans une liqueur étendue, ce dernier produit ne se forme pas; mais, si diluée

qu'elle soit, il se précipite du soufre en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfureux.

Le chlore, en se dissolvant dans une dissolution étendue du sel de M. Langlois ou d'un hyposulfate bisulfuré, transforme facilement tout le soufre en acide sulfurique; mais il faut que la quantité d'eau soit assez considérable, car une dissolution concentrée donnerait aussi du chlorure de soufre.

L'iode est sans action sur les hyposulfates mous et les sulfurés; la manière dont il se comporte avec les hyposulfites est, au contraire, remarquable. Nous avons fait voir qu'un équivalent de sel absorbe exactement un demi-équivalent d'iode sans qu'il se produise ni acide sulfureux, ni acide sulfurique, ni dépôt de soufre, et que le résultat de cette réaction est un iodure et un hyposulfate bisulfuré.

Ces faits établis, il est facile d'en faire l'application, soit à l'analyse des mélanges, soit à celle des composés isolés.

Supposons un mélange très-compliqué, nous aurons dans la même liqueur: un sulfate, un sulfite, un hyposulfite, un hyposulfate et un hyposulfate bisulfuré. Voilà comment on devra opérer.

On divisera la liqueur en quatre portions égales.

Première portion. La première servira à doser l'acide sulfurique; pour cela, on la mêlera à une dissolution de chlorure de baryum en excès, on recevra le précipité sur un filtre et on le lavera sur le filtre même (1), d'abord avec de l'eau dis-

(1) Si on acidulait la dissolution avant de la traiter par le chlorure de baryum, on obtiendrait un poids trop fort

tillée bouillante, puis ensuite avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, on n'aura plus qu'à le sécher, le recueillir et le peser.

Deuxième portion. La seconde sera traitée par l'iode ; mais auparavant il faudra la mêler à quelques grammes de carbonate de magnésie, car sans cela l'analyse serait impossible. En effet, la liqueur contient un sulfite ; en prenant de l'oxygène à l'eau, le sulfite deviendra sulfate, mais en même temps il se formera de l'acide iodhydrique ; si cet acide ne trouve pas, au moment où il prend naissance, une base pour le saturer, il réagira sur la portion intacte de sulfite ou sur l'hyposulfite que la liqueur contient également, et il y aura perte d'acide sulfureux et dépôt de soufre. Le carbonate de magnésie remédie à tous ces inconvénients : il n'absorbe pas d'iode par lui-même, et les acides le décomposent plus promptement que les sulfites.

La liqueur, ainsi additionnée, sera donc traitée par l'iode ; lorsqu'elle sera saturée, on notera avec soin le poids de l'iode employé, puis on déterminera de nouveau, par le chlorure de baryum, la quantité d'acide sulfurique contenue dans la liqueur. Le poids de sulfate de baryte trouvé sera plus fort que dans la première expérience ; l'augmentation de poids servira à déterminer la quantité d'acide sulfureux et le poids d'iode qu'il aura fallu employer pour le transformer en acide sulfurique.

---

de sulfate de baryte ; l'excès de poids pourrait être même de plusieurs centigrammes : il provient probablement de l'oxydation partielle de l'acide sulfureux au moment où il se sépare de ses combinaisons.

Lorsqu'on sera arrivé à ce point, il sera facile, sans avoir recours à d'autres expériences et par une simple soustraction, de se procurer tous les éléments nécessaires à la détermination de la quantité d'acide hyposulfureux. On retranchera du poids total de l'iode employé celui qui aura transformé l'acide sulfureux en acide sulfurique; la différence aura été absorbé par l'acide hyposulfureux. Or, on sait que 2 équivalents de cet acide absorbent 1 équivalent d'iode.

Pour traiter la liqueur par l'iode, on se servira, comme dans le sulfhydromètre, d'une dissolution alcoolique titrée, ou bien on ajoutera peu à peu à la liqueur de petits fragments d'iode, pris dans un flacon dont on aura préalablement déterminé le poids. La dissolution est rapide, et il est facile de saisir le point de cette saturation. Il faut s'arrêter aussitôt que la liqueur prend une teinte jaune. Le changement de coloration est très-saillant, et il est tout à fait inutile d'ajouter à la liqueur de l'amidon ou tout autre corps étranger.

Troisième portion. Cette partie de la liqueur servira au dosage de l'acide hyposulfurique bisulfuré; on la traitera par l'iode en prenant les mêmes précautions que pour la précédente, jusqu'à saturation, mais sans qu'il soit besoin de tenir compte du poids du réactif employé. L'iode formera, comme nous l'avons dit, un sulfate aux dépens de l'hyposulfite, et un hyposulfate bisulfuré aux dépens de l'hyposulfite; cette quantité s'ajoutera à celle déjà contenue dans la liqueur. Cela fait, on ajoutera à la dissolution saline à analyser environ 100 parties d'eau; et on la traitera par un courant de chlore. Le gaz sulfatisera tout le soufre de l'hyposulfate bisulfuré sans toucher à celui de

l'hyposulfate ordinaire. Quand la saturation sera complète, on saturera la liqueur par le chlorure de baryum. Le poids du sulfate de baryte qu'on obtiendra représentera le soufre du sulfate, de sulfite, de l'hyposulfite et de l'hyposulfate bisulfuré. Comme les opérations faites avec la première et la deuxième portion de la liqueur auront fourni un chiffre indiquant la quantité de soufre contenu dans les trois premiers, la différence des deux poids servira à déterminer la quantité de soufre contenu dans le dernier et, par suite, son poids total.

Il est utile d'indiquer ici que les lavages du sulfate de baryte obtenu dans le traitement qui précède, devront être faits à l'eau distillée bouillante, et continués pendant longtemps, parce qu'il est mêlé à beaucoup d'iodate de baryte, formé par suite de l'action du chlore sur les iodures contenus dans la liqueur, et que cet iodate est fort peu soluble dans l'eau. Si les lavages avaient été insuffisants, pendant la calcination du précipité on aurait un dégagement de vapeurs violettes qui indiqueraient la présence de l'iodate, et il resterait de la baryte dans le résidu; il serait alors facile de s'en débarrasser au moyen de l'acide chlorhydrique affaibli.

Quatrième portion. Il ne restera plus à doser que l'acide hyposulfurique. On conçoit qu'il suffira, pour connaître la quantité de ce dernier acide, de connaître le poids de la totalité du soufre, car alors, après avoir rendu aux quatre autres acides ce qui leur appartiendra, la différence reviendra à l'acide hyposulfurique.

Mais le dosage de ce soufre total présente quelques difficultés. La sulfatisation des composés in-

férieurs du soufre est assez facile à opérer lorsqu'on agit sur des produits bien desséchés, mais il est, au contraire, presque impossible de ne pas perdre du soufre lorsqu'on traite des dissolutions. L'acide azotique, même le plus concentré, et l'eau régale laissent toujours échapper de l'acide sulfureux. On recommande alors le chlore, mais ce réactif n'est pas plus sûr lorsqu'on le fait réagir sur la dissolution d'un hyposulfite; dès le début de l'opération, il précipite du soufre tellement divisé, que souvent on ne peut le recueillir sur les filtres et qu'il est incapable de dissoudre; d'un autre côté, nous avons vu qu'il ne sulfatise pas l'acide hyposulfurique à la température ordinaire.

Lorsqu'on a à analyser des liqueurs qui ne peuvent être évaporées à siccité sans se décomposer et sans perdre des produits sulfurés gazeux, pour qu'il soit possible de les ramener à l'état sec sans perte de soufre, il faut ajouter aux liqueurs une petite quantité de soude caustique qui retient les gaz sulfurés et permet l'évaporation. Quant au résidu solide, il sert à doser le soufre total; il suffit de le traiter à la manière ordinaire par l'acide azotique fumant.

Nous avons supposé un mélange extrêmement complexe, mais heureusement on rencontre rarement un cas de cette nature. On conçoit qu'on devra modifier le mode opératoire suivant la dissolution à laquelle on aura affaire.

Si, au lieu d'un hyposulfate bisulfuré, la liqueur contenait l'acide de M. Langlois, on n'aurait rien à changer aux opérations.

---

27. *Note sur l'analyse des* CYANURES, *des composés* SULFUREUX, *etc.*; par M. Gerdy. (Compt. rend. de l'Ac., t. 16, p. 25.)

J'ai constaté que, dans beaucoup de cyanures liquides, l'iode se substitue au cyanogène, atome pour atome; de sorte que par la quantité de solution iodique employée et décolorée avant que se manifeste sa réaction sur la solution d'amidon, on peut calculer avec la plus grande facilité, et en un moment, la quantité de cyanogène contenue dans le liquide, et la quantité de métal avec lequel il était combiné. Cependant je dois faire observer que dans le cyanure de potassium et de fer, le cyanogène est en combinaison trop énergique pour qu'il puisse être attaqué par l'iode. Il y a 8 at. de cyanogène dans le cyanure d'or et de potassium; mais cette combinaison n'absorbe que 4 at. d'iode, parce que le cyanure de potassium est seul décomposé, et que le cyanure d'or se sépare sans altération.

Les sulfites absorbent la même quantité d'iode que les sulfures, relativement à la quantité de soufre; mais il n'en est pas de même des hyposulfites, contrairement à l'opinion de M. Henry. Pour faire l'analyse dans ce cas, il suffit de verser dans la liqueur quelques gouttes de cyanure rouge et puis une solution de chlore en assez grand excès pour faire passer tout le soufre à l'état d'acide sulfurique, soit qu'il fût auparavant à l'état de sulfure, de sulfite, d'hyposulfite, d'hydrogène sulfuré, ou même de soufre hydraté. La quantité totale de soufre étant connue, il est facile ensuite de déterminer ses différents états.

28. *Note sur les moyens de reconnaître la présence de l'*ACIDE SULFUREUX *dans les produits du commerce*; par MM. Fordos et Gélis. (Jour. de pharm., t. 3, p. 109.)

Ce moyen est fondé sur la propriété bien connue de l'acide sulfureux d'être décomposé par l'hydrogène à l'état naissant avec production d'hydrogène sulfuré, et dépôt de soufre.

On introduit dans un petit flacon quelques fragments de zinc pur, on ajoute ensuite la substance à examiner; si c'est un acide capable de fournir de l'hydrogène avec le zinc, il suffit de recueillir le gaz qui se dégage dans une dissolution de sous-acétate de plomb (extrait de saturne des pharmaciens); si la substance n'est pas acide, on la mêle d'abord avec de l'acide sulfurique étendu de quatre à cinq fois son volume d'eau, puis on verse le mélange dans la fiole, et on recueille le gaz; l'appareil le plus simple suffit pour cela: un col droit et un tube recourbé. Si la matière contient de l'acide sulfureux, il se forme un dépôt de sulfure de plomb qui est tellement insoluble dans l'extrait de saturne que la plus faible trace suffit pour le colorer.

Ce mode d'essai est infiniment plus sensible que celui qui consiste à employer le chlorure d'étain, comme l'a indiqué M. Girardin.

---

29. *Sur la constitution de l'*ACIDE HYPOPHOSPHOREUX; par M. Wurtz. (An. de Ch., t. 7, p. 35.)

L'acide phosphoreux a été découvert par Dulong, qui avait adopté pour sa formule P^4O^3.

M. H. Rose, qui l'a examiné avec plus de détails, s'est arrêté à la formule P^2O. Cette divergence m'a engagé à répéter l'analyse de quelques hypophosphites, et pour faire ces analyses j'ai dosé directement les oxydes, et l'eau, et l'acide par différence.

On prépare aisément l'acide hypophosphoreux par la méthode de M. Rose, qui consiste à faire passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une dissolution d'hypophosphite de plomb, et à rapprocher la liqueur à l'air jusqu'à un certain point, en achevant ensuite de la concentrer dans le vide; ou encore à précipiter l'hypophosphite de baryte par l'acide sulfurique.

Cet acide réduit l'acide sulfurique concentré avec dépôt de soufre et dégagement d'acide sulfureux; il donne du phosphite de plomb avec l'oxyde puce; il réduit complétement le sulfate de cuivre à l'aide d'une douce chaleur.

Il forme avec les alcalis des sels cristallisables, mais très-déliquescents. Leurs dissolutions concentrées absorbent l'oxygène de l'air, et il se produit des phosphites.

L'hypophosphite de chaux est soluble dans 6 p. d'eau; au delà de 300° il se décompose avec dégagement d'hydrogène et d'hydrogène phosphoré; il a pour formule $P^2O, CO + 2H^2O$. L'hypophosphite de baryte se dissout dans 3 p. d'eau b. Il est insoluble dans l'alcool. Il cristallise en longues et fines aiguilles inaltérables à l'air. Il a pour formule $P^2O, BaO + 2H^2O$.

L'hypophosphite de plomb est peu soluble dans l'eau froide, mais il se dissout facilement dans l'eau chaude; il est insoluble dans l'alcool; il

cristallise en petits prismes; il a pour formule $P^2O, PbO + 2H^2O$.

Les hypophosphites privés de l'eau de cristallisation qu'ils peuvent contenir renferment encore les éléments d'une certaine quantité d'eau. Or il est impossible d'en séparer tout l'hydrogène à l'état d'eau en les exposant à une température même assez élevée; les éléments de l'eau sont donc nécessaires à leur constitution. Cet hydrogène et cet oxygène sont-ils combinés à l'état d'eau, ou bien sont-ils groupés d'une manière différente? Telle est la question qu'il importe de résoudre.

Si l'eau existait toute formée dans ces combinaisons, elle ne pourrait être considérée comme jouant le rôle d'un sel, car pour cela il faudrait qu'il n'y en eût qu'un équivalent. Elle ne peut pas plus jouer le rôle d'une base, car alors la constitution de l'acide hypophosphoreux serait analogue à celle de l'acide phosphorique, et ce serait un acide tribasique. Or cette hypothèse est contraire aux faits. En effet les sels que j'ai analysés devraient alors avoir la réaction acide, tandis qu'ils sont parfaitement neutres, et, en outre, cette théorie supposerait l'existence de sels dans lesquels ces deux équivalents d'eau, ou au moins l'un d'eux, seraient remplacés par une base fixe, tandis qu'il est impossible de produire ces sels.

Nous avons donc droit d'admettre que les éléments de l'hydrogène ne sont pas combinés à l'état d'eau dans les hypophosphites, mais qu'ils sont groupés dans un autre ordre.

M. H. Rose a indiqué que l'on peut envisager l'acide hypophosphoreux comme une combinaison d'acide phosphoreux et d'hydrogène phosphoré,

dans laquelle le gaz jouerait un rôle analogue à l'ammoniaque ; mais cette hypothèse tombe devant les faits : car 1° dans ce cas il devrait exister des sels acides et des sels doubles, ce qui n'a pas lieu; 2° les hypophosphites devraient donner des phosphures avec les sels de cuivre, ce qui n'est pas; 3° il ne devrait pas se dégager d'hydrogène pur avec la potasse, comme on l'observe.

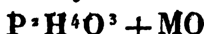
Je crois que l'on doit envisager l'acide hypophosphoreux comme un oxyde d'un radical composé, selon ce qu'exprime la formule



$$(P^2H^4)O^3 = P^2O + H^4O^2$$

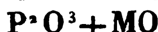
en enlevant les deux équivalents d'hydrogène, il reste de l'acide phosphoreux ; en les remplaçant par deux équivalents d'oxygène on a de l'acide phosphorique.

Considéré de cette manière, l'acide hypophosphoreux est un acide monobasique, ce qui explique la nature de ses sels. Alors la formule de ces sels à l'état anhydre devient



$$P^2H^4O^3 + MO$$

et cela rend compte de la transformation de l'hypophosphite de plomb en phosphite



$$P^2O^3 + MO$$

par la chaleur; du dégagement d'hydrogène qu'occasionne la potasse dans les hypophosphites en les transformant en phosphites ; de là réduction des sels de cuivre, etc.

M. Liebig a établi que l'on pouvait considérer les acides en général comme des hydracides. Si l'on appliquait cette théorie à l'acide hypophosphoreux, sa formule serait $P^2H^4O^4 + H^2$.

---

30. *Note sur la solubilité de l'*ACIDE ARSÉNIEUX *dans l'acide nitrique*; par M. Buchner père. (Journ. de pharm., t. 2, p. 421.)

L'acide arsénieux est très-peu soluble dans l'acide nitrique étendu; mais il se dissout facilement à chaud dans dix fois son poids d'acide nitrique concentré avec dégagement de gaz nitreux : la liqueur renferme à la fois de l'acide arsenique et de l'acide arsénieux, et celui-ci se sépare en partie par le refroidissement.

L'acide arsénieux se dissout beaucoup plus facilement dans l'acide chlorhydrique que dans quelque acide que ce soit; mais la potasse ou la soude sont ses meilleurs dissolvants, et ce sont eux que l'on doit employer dans les recherches médico-légales.

---

31. *Recherches sur l'*ACIDE NITRIQUE; par M. Millon. (Ann. de Ch., t. 6, p. 73.)

Purification et distillation. Après qu'on a distillé l'acide nitrique ordinaire avec du nitrate d'argent, du nitrate de baryte, ou de la litharge, comme on le fait ordinairement, il y reste de l'acide nitreux. Aussi précipite-t-il l'iode des iodures, le soufre des monosulfures, et colore-t-il en brun le protosulfate de fer, et en vert le cyanoferrure de potassium ; tandis que l'acide pur ne produit rien de semblable. On peut le débarrasser des dernières traces d'acide nitreux en le faisant bouillir quelques instants à l'abri du contact des molécules organiques, ou mieux en le distillant avec environ le centième de son poids de bichromate de potasse.

Le meilleur réactif que l'on puisse employer pour reconnaître la présence de l'acide nitreux dans l'acide nitrique est l'hydrogène sulfuré en solution, en ayant soin d'étendre l'acide de une ou deux fois son volume d'eau; il se dépose du soufre qui rend la liqueur opaline, et il se forme de l'ammoniaque.

Pour avoir des acides concentrés, il convient de séparer d'abord par la distillation le premier tiers de l'acide nitrique du commerce qui sert de point de départ, en ajoutant dans la cornue des fils, ou mieux de la mousse de platine; on entraîne ainsi dans ce premier tiers de l'acide plus de la moitié de l'eau qu'il contient, et en ajoutant au résidu de la cornue son volume d'acide sulfurique préalablement concentré, on obtient dès la première distillation un acide nitrique qui peut fournir, par des distillations fractionnées, les acides les plus concentrés. Il est nécessaire cependant de distiller une seconde fois les acides recueillis pour en séparer la petite quantité d'acide sulfurique qu'ils entraînent; et de plus, comme ces acides sont toujours très-fortement nitreux, il faut leur faire subir une dernière purification. Pour cela on les fait chauffer jusqu'à leur point d'ébullition, tout en faisant passer à travers un courant d'acide carbonique complétement desséché, puis on laisse refroidir en continuant à faire passer le gaz, et on répète la même manœuvre autant de fois que cela est nécessaire pour décolorer entièrement l'acide.

L'acide pur le plus concentré que j'aie pu obtenir contenait à très-peu près 1 équivalent d'eau (0,1424). Sa densité était de 1,521. Il était très-fumant. Pour l'obtenir il faut dans la distillation fractionnée de l'acide concentré, ne prendre que

celui qui passe dans le récipient au-dessous de la température + 90°.

En poursuivant la distillation jusqu'à ce que le point d'ébullition soit arrivé à + 125°, l'acide qui passe ensuite est incolore, ne contient plus d'acide nitreux et possède une densité de 1,484. C'est l'acide à 2 équivalents d'eau (0,2494) signalé par M. Graham. On n'en obtient pas plus de 0,06 de l'acide soumis à la distillation. Cet acide tend en effet à s'affaiblir de plus en plus jusqu'à ce qu'il ait atteint un certain état d'hydratation dans lequel il possède une grande stabilité. L'acide stable est celui que Dalton et Graham ont fait connaître; il contient 4 équivalents d'eau (0,3992); sa densité est de 1,419 à + 18°; il distille de + 125 à + 128°; on en obtient 0,60 de l'acide employé.

Dans la distillation de l'acide nitrique du commerce purifié, de 1,327 de densité, la forme de la cornue et la présence des fils de platine changent non-seulement le point d'ébullition, mais même la nature des produits. Le dernier tiers qui reste dans la cornue a une densité de 1,405 à 1,407, et contient $4\frac{1}{2}$ équivalents d'eau (0,4277).

La table des densités du docteur Ure est parfaitement exacte.

Chlorate de potasse et acide nitrique. L'acide nitrique affaibli peut être tenu pendant quelques instants en ébullition avec du chlorate de potasse, sans qu'aucune décomposition devienne visible; mais à mesure que l'acide se concentre, ou bien encore si l'on a pris pour point de départ un acide concentré, le chlorate de potasse ne tarde pas à se décomposer; il se dégage du chlore et de l'oxygène, sans mélange d'aucun autre gaz, et

Bismuth, étain. Ces métaux conservent à + 10° leur brillant dans les acides à 1 et 2 équivalents d'eau; un acide moins concentré les attaque avec une violence extrême; mais en affaiblissant l'acide davantage, et l'amenant à la densité 1,408, il faut l'intervention de la chaleur ou du deutoxyde d'azote pour que l'action commence.

Zinc. Le zinc est inattaquable par les acides à moins de $4\frac{1}{2}$ équivalents d'eau au milieu du mélange réfrigérant; mais les acides nitriques affaiblis les plus purs l'attaquent tous malgré le froid de ce mélange.

Fer. Dans l'acide à 1 et à 2 équivalents d'eau, le fer se recouvre d'une pellicule tantôt noire, tantôt bleue, tantôt bleu nuancé de jaune, et prenant l'aspect du recuit, et alors il devient inattaquable par aucun acide pur ou concenré, à moins qu'on n'en élève la température. L'acide à $4\frac{1}{2}$ d'eau et même l'acide un peu plus faible conservent au fer son brillant métallique à la température ordinaire aussi bien qu'avec un mélange réfrigérant; mais l'action se développe énergiquement quand on chauffe. Avec un acide très-affaibli l'action a lieu, mais sans aucune violence, et il se produit du nitrate vert.

Arsenic, antimoine. L'arsenic n'est attaqué à la température ordinaire par aucun acide pur ou nitreux, quelle que soit sa concentration. L'antimoine ne s'attaque qu'avec une lenteur extrême par un acide à 1 et à 2 équivalents d'eau, les acides plus faibles sont sans action marquée, nitreux ou non. Un mélange d'acides nitrique et chlorhydrique n'attaque pas davantage ces métaux, tant que ces deux acides ne réagissent pas

l'un sur l'autre, à moins qu'on n'y ajoute quelques gouttes de nitrite.

Platine. Il en est de ce métal comme de l'arsenic et de l'antimoine, mais il faut pour son attaque une température plus élevée; l'acide nitrique et l'acide hydrochlorique réunis, l'acide nitrique et le chlore réunis, l'acide hydrochlorique et le chlore réunis, n'attaquent pas le platine; mais le deutoxyde d'azote intervient-il en présence d'un dissolvant, à une température suffisante, le platine est attaqué.

---

32. *Observations relatives aux recherches de M. Millon, sur l'action réciproque de l'*ACIDE NITRIQUE *et des* MÉTAUX; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. 7, p. 385.)

Je ne pense pas que l'on puisse admettre, comme le voudrait M. Millon, que l'acide nitrique est inactif par lui-même sur les métaux, et qu'il ne devient actif que par la présence d'une petite quantité d'acide nitreux, qui, ayant commencé l'action, la propagerait à la manière d'un ferment. Mais il est tout naturel de concevoir qu'à raison de sa grande instabilité, l'acide nitreux, lorsqu'il en existe dans de l'acide nitrique, est décomposé de préférence à ce dernier.

J'ai mis dans un tube de l'acide nitrique à 1,02 de densité, qui est le plus fort des acides étendus qui soit inactif sur le cuivre, à la température ordinaire, et non pas l'acide à 1,07, comme le dit M. Milon. J'ai mis dans un autre tube de l'acide sulfurique étendu de 8 à 9 fois son volume d'eau. J'ai placé les deux tubes dans un même bain d'eau froide, et j'ai introduit dans l'un et dans

l'autre une même quantité de planure de cuivre; il n'y a eu aucune action; mais ayant ajouté à chacun d'eux une petite quantité d'acide nitreux, le cuivre a été attaqué de part et d'autre avec une activité remarquable. L'action a continué pendant plusieurs heures, constamment elle s'est montrée pour le moins aussi active avec l'acide sulfurique qu'avec l'acide nitrique, et les quantités de cuivre dissoutes ont aussi été à peu près les mêmes, ce qui n'aurait pas dû avoir lieu dans l'hypothèse admise par M. Millon.

---

33. *Recherches sur les combinaisons de l'eau avec les* HYDRACIDES; par M. Bineau. (Ann. de Ch., t. 7, p. 257.)

L'acide chlorhydrique se concentre jusqu'à un certain point, puis se distille sans altération. Alors il renferme :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide chlorhydrique.	0,2017
16 équiv. ou 32 vol. de vapeur d'eau. .	0,7983
	1,0000

et il marque 13 à 14° à l'aréomètre; il bout à 107°15 ou 112° selon la forme et la nature des vases. Il produit un volume de vapeur égal à la somme des volumes qu'occupent séparément le gaz chlorhydrique et la vapeur aqueuse : cette vapeur pèse 0,695. Elle attaque les vases de verre, même de verre vert.

En concentrant l'acide chlorhydrique par l'évaporation dans le vide à côté de l'acide sulfurique, de la chaux ou de la potasse, ou en faisant passer à travers pendant longtemps un courant d'air des-

séché, on l'amène à présenter la composition suivante :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide. . .	0,251
12 équiv. ou 24 vol. d'eau. . . .	0,749
	1,000

alors il marque 16°,3 environ à l'aréomètre. Sa densité est de 1,128 à 14°, et il commence à entrer en vive ébullition vers 106°.

L'eau fortement chargée de gaz acide *bromhydrique* en perd une partie à la distillation. Si au contraire la dissolution contient peu d'acide, elle se concentre par la chaleur, et le résidu contient :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide bromhydrique.	0,4683
10 équiv. ou 20 vol. d'eau.	0,5317
	1,0000

alors sa densité est de 1,486 à 20°; il fume légèrement à l'air, et il bout à 120°. La densité de sa vapeur est de 0,975. Il se concentre dans l'air sec ou dans le vide jusqu'à arriver à contenir :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide bromhydrique.	0,4946
9 équiv. ou 18 vol. d'eau.	0,5054
	1,0000

L'acide bromhydrique concentré dissout une proportion énorme de brôme; mais lorsqu'on l'étend d'eau, une partie de celui-ci se dépose, et la liqueur qui surnage renferme avec l'acide bromhydrique trois fois autant de brôme qu'il y en a dans cet acide. Si on laisse la dissolution étendue de beaucoup d'eau exposée à l'air, tout le brôme s'en dégage, sans qu'il s'évapore sensiblement d'acide.

L'acide iodhydrique, soumis à une ébullition prolongée est composé de :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide iodhydrique.	0,5626
11 équiv. ou 22 vol. d'eau.	0,4374
	1,0000

il bout à 128°. Sa densité est de 1,70 à 15°, et celle de sa vapeur est de 1,20.

L'évaporation faite à froid paraît l'amener au même degré de concentration.

L'acide iodhydrique aqueux, quand il n'est pas trop étendu, dissout aisément l'iodure d'argent : cet iodure se dissout aussi dans l'azotate d'argent en solution un peu concentrée.

La quantité d'iode que peut dissoudre l'eau chargée d'acide iodhydrique, n'est pas en rapport constant avec la quantité d'acide; elle est aussi subordonnée à la quantité d'eau. Quand l'acide ioduré est très-étendu, quelques moments d'ébullition, ou la simple exposition à l'air, suffisent pour volatiliser l'iode tenu en dissolution; mais lorsque la proportion n'est pas très-considérable, il se colore au contraire de plus en plus, et il arrive à contenir :

1 équiv. ou 4 vol. d'acide. . . .	0,1783
4 équiv. ou 8 vol. d'iode.	0,7081
9 équiv. ou 18 vol. d'eau.	0,1136
	1,0000

il entre en ébullition à 142° : en bouillant il se décompose et laisse après distillation un résidu d'iode. Sa densité est de 3,004. L'eau en quantité suffisante en précipite les trois quarts de l'iode dissous.

Lorsque l'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers de l'acide contenant un excès d'iode, on forme un acide ioduré identique avec celui que fournit la concentration par la chaleur; mais si l'on veut obtenir un acide incolore, il faut étendre d'eau, et alors on ne peut pas amener la

liqueur à contenir plus de 0,42 d'acide réel (1 équiv. par 20 équiv. d'eau).

L'acide fluorhydrique concentré par l'ébullition contient :

1 équiv. d'acide fluorhydrique.	0,3537
4 équiv. d'eau.	0,6463
	1,0000

sa densité est d'environ 1,15, plus forte que celle de l'acide anhydre. Il bout vers 120°, et il ne répand à l'air que des fumées extrêmement faibles.

Il résulte de ce qui précède que l'analogie qui règne si habituellement entre les composés du chlore, du brôme et de l'iode, ne se soutient pas dans la relation de leurs hydracides avec l'eau. D'après cela, il paraît que les causes qui augmentent la tendance à la gazéification produisent sur les affinités des hydracides pour l'eau des effets qui ne sont pas proportionnels à ces affinités.

Les proportions de brôme et d'iode solubles dans leurs hydracides, sont différentes pour les deux substances.

---

34. *Purification de l*'ACIDE CHLORHYDRIQUE *du commerce*; par M. Lambert. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 208.)

Si l'acide à purifier, supposé être à 22°, contient de l'acide sulfureux, ce qui est le cas le plus ordinaire, on y ajoute un peu de bioxyde de manganèse, puis ensuite un peu de protochlorure de fer pour absorber le chlore qui aurait pu se développer. Ensuite on met une quantité déterminée d'acide dans une cornue tubulée, on adapte un tube en S à la tubulure, et au bec un appareil de

Woolf, dont les flacons contiennent de l'eau distillée et sont entourés d'eau froide. L'appareil étant ainsi disposé, on verse par le tube en S une certaine quantité d'acide sulfurique. Pour cela on se sert d'un entonnoir effilé, solidement fixé au-dessus du tube, et sur lequel on abouche un flacon contenant l'acide sulfurique; ce qui permet de laisser l'opération marcher toute seule.

L'acide sulfurique s'empare de l'eau et fait dégager le gaz qui va se dissoudre dans l'eau des flacons. On porte peu à peu le liquide à l'ébullition, et arrivé à ce point il n'y reste plus d'acide chlorhydrique. Ce n'est plus alors que de l'acide sulfurique à 56°, qu'il suffit de concentrer de nouveau pour qu'il puisse servir à une nouvelle opération.

Ce mode de purification est très-économique et pourrait être employé en France.

Si l'acide contenait de l'arsenic, celui-ci se dégagerait à l'état de chlorure, et souillerait le produit obtenu.

---

35. *Moyen de reconnaître des traces d'acide sulfureux dans l'*ACIDE CHLORHYDRIQUE; par M. Lembert. (Jour. de pharm., t. 3, p. 207.)

On sature une petite quantité de l'acide à essayer par du carbonate de potasse; on y ajoute un peu d'une dissolution faible d'amidon, et une ou deux gouttes d'iodate de potasse ou de soude, puis de l'acide sulfurique concentré qui met à nu l'acide sulfureux et l'acide iodique, lesquels réagissent alors l'un sur l'autre : l'iode est mis à nu et la liqueur bleuit.

Il faut avoir le soin de ne mettre l'acide sulfu-

rique que par très-petites doses, et de n'en ajouter une goutte nouvelle qu'après s'être assuré que la précédente n'a pas coloré la liqueur.

---

36. *Mémoire sur les* COMBINAISONS OXYGÉNÉES DU CHLORE; par M. Millon. (Ann. de chim., t. 7, p. 298.)

Perchlorates, chlorates. Les formules du perchlorate et du chlorate de potasse sont sans aucun doute ClO^7,KO et ClO^5,KO. Lorsqu'on traite le perchlorate de potasse par quarante fois son poids d'acide sulfurique à 1 équivalent d'eau, tout son acide est décomposé en ses éléments, chlore et oxygène, et il est facile d'en faire l'analyse par ce moyen.

Action de l'acide sulfurique sur le chlorate de potasse, oxyde de chlore, deutoxyde de chlore, acide chloreux, acide hypochlorique ClO^4. Pour préparer l'acide hypochlorique, on commence par faire refroidir de l'acide sulfurique dans un creuset placé au milieu d'un mélange de sel et de glace; puis on y projette peu à peu du chlorate de potasse réduit en poudre fine, en agitant, après chaque addition, avec une baguette de verre; lorsque l'acide a pris une consistance huileuse, un peu épaisse, ce qui arrive après qu'on y a ajouté environ le cinquième de son poids du sel, on l'introduit dans un ballon, qui ne doit être rempli qu'au tiers et dont il faut éviter de mouiller le col, de peur des explosions. Le ballon est ensuite porté dans un bain-marie, que l'on amène lentement, à l'aide d'un seul charbon, à une température qui ne dépasse pas + 20°, et que l'on peut ensuite chauffer jusqu'à + 30 d

+ 40°. On reçoit l'acide gazeux, qui se dégage dans de petits flacons qu'il remplit par son poids comme le chlore, ou on le fait dissoudre dans l'eau au moyen de petits flacons de Wolf presque pleins; mais pour avoir l'acide parfaitement pur et exempt de chlore, il est nécessaire de le liquéfier, ce qui se pratique très-simplement en recevant le gaz dans un petit tube fermé à son extrémité et entouré de glace et de sel marin. Dans tous les cas, il faut n'opérer que sur de petites masses et recouvrir les appareils de linges pour se mettre à l'abri du danger des explosions.

L'acide hypochlorique liquide est d'un rouge qui rappelle les teintes les plus vives du chlorure de soufre. Sa vapeur est d'un vert fauve assez foncé; il bout à + 20°. Son odeur est suffocante, mais elle a quelque chose d'aromatique. Le gaz détonne entre + 60 et + 63°. L'eau en dissout jusqu'à vingt fois son volume à + 4°.; à une température inférieure la liqueur se congèle en donnant naissance à un hydrate jaune. La solution est attaquée avec lenteur par la potasse caustique en liqueur étendue, et il se forme à la fois du chlorate et du chlorite en proportions telles qu'ils renferment chacun la même quantité de potasse. Il en résulte que l'acide hypochlorique a pour formule ClO^4, et la réaction est telle que $2ClO^4+2KO$ donne $ClO^5,KO+ClO^3,KO$.

Au contact de l'acide sulfurique ClO^4 se décompose en acide chloreux ClO^3, en chlore, en oxygène et en acide perchlorique ClO^7.

Action de l'acide hydrochlorique sur le chlorate de potasse, protoxyde de chlore, euchlorine de Davy, acide chlorochlorique $Cl^3O^{13}=2ClO^5, ClO^3$. En disposant à la sortie d'un bal-

lon contenant un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique une série de tubes en *U* inégalement refroidis par des mélanges de glace et de sel marin, on obtient dans le premier flacon, refroidi à 0°, de l'acide chlorhydrique; dans les deuxième et troisième, refroidis à — 18°, un liquide rouge qui, au premier aspect, se confond avec l'acide hypochlorique; et à l'extrémité de l'appareil on recueille du chlore pur.

Le liquide rouge se comporte avec l'eau et les bases comme le fait l'acide hypochlorique; mais il n'entre en ébullition qu'à + 32°. Il détonne à +70° et il fournit avec la potasse deux fois plus de chlorite. D'après cela, sa composition est exprimée par la formule $Cl^3O^{13}=2ClO^5+ClO^3$.

Acide chloreux ClO^3. L'acide chloreux se forme toutes les fois qu'on désoxyde l'acide chlorique. C'est la combinaison oxygénée du chlore la plus stable en présence d'un agent de désoxydation quel qu'il soit, pourvu qu'on se maintienne dans les limites de température au delà de laquelle cet acide et ses composés se détruisent.

On peut le produire en faisant passer un courant de deutoxyde d'azote à travers de l'acide nitrique maintenu à la température de + 40 à + 45° et dans lequel on a fait dissoudre du chlorate de potasse. On peut remplacer le deutoxyde d'azote par la plupart des métaux et des substances organiques. Cependant le mercure, le cuivre, l'argent et le bismuth se conservent très-bien dans de l'acide nitrique qui contient un peu de chlorate de potasse, parce que l'acide nitreux qui oxyderait ces métaux ne peut pas exister en présence de l'acide chlorique.

Voici quelle est la meilleure manière de prépa-

rer l'acide chloreux. On introduit dans un ballon de la capacité de 300 à 400$_{cc}$, qu'on remplit jusqu'au col, d'abord 1 p. d'acide tartrique et 4 p. de chlorate de potasse grossièrement triturés, et ensuite un mélange de 6 p. d'acide nitrique à 1,327 et de 8 p. d'eau. On dessèche le gaz qui se dégage sur du chlorure de calcium et on le reçoit ensuite dans des flacons secs, ou dans un appareil de Wolf, contenant de l'eau. On chauffe très-lentement et de manière à ne pas dépasser la température de +45 à +50°. L'opération est terminée quand le mélange se décolore.

L'acide est alors mêlé d'acide carbonique. Quand on veut éviter ce mélange il faut remplacer l'acide tartrique par l'acide arsénieux, en employant 15 p. de cet acide, 20 p. de chlorate, 60 p. d'acide nitrique et 20 p. d'eau.

L'acide chloreux est un gaz d'un jaune verdâtre, assez foncé. Son odeur irrite fortement la gorge et les poumons. Il décolore le tournesol et l'indigo. Il ne se liquéfie point par le froid. L'eau en dissout cinq à six fois son volume à + 20°; la solution est d'un jaune d'or foncé ou verte : elle est très-caustique. On l'analyse très-bien en le faisant passer dans un petit tube de verre contenant du cuivre métallique et chauffé sur une longueur de 7 à 8 cent. La densité du gaz, 2,646, fait supposer une condensation de 2 v. de chlore et 3 v. d'oxygène en 3 v. d'acide.

Ce gaz détonne au contact de la plupart des métalloïdes : avec l'iode, il donne du chlorure d'iode et de l'acide iodique. Les métaux, excepté le mercure, sont sans action sur lui ; l'oxyde d'argent le décompose immédiatement.

En solution dans l'eau, l'acide chloreux attaque

presque tous les métaux, excepté l'or, le platine et l'antimoine. Avec les oxydes proprement dits, il donne tantôt des oxychlorures et tantôt des mélanges de chlorures et de chlorates. Mais avec la potasse, la soude et la baryte, il constitue des chlorites bien définis, quoique la combinaison n'exige pas moins d'une heure pour se former.

Le chlorite de potasse se convertit en chlorate et chlorure lorsqu'on l'évapore lentement dans le vide, ou lorsqu'on le chauffe à + 160°; mais quand on l'évapore rapidement à feu nu, il ne se forme que peu de chlorure. Le chlorite de soude est un peu plus stable.

En mêlant avec du chlorite de baryte, contenant un grand excès d'acide du nitrate de plomb sans excès, on obtient un dépôt abondant de paillettes jaune de soufre, de chlorite de plomb. Ce sel se détruit à + 126° avec une sorte d'explosion. En le traitant par de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, à la température de + 40 à + 50°, on peut en extraire aisément tout l'acide chloreux à l'état de pureté.

On obtient le chlorite d'argent comme le chlorite de plomb, mais en employant un chlorite alcalin avec excès de base; on fait ensuite bouillir le précipité dans l'eau, et par refroidissement le sel cristallise en paillettes jaunes. Ce sel ne se détruit pas par l'ébullition : il fait explosion à + 105°.

Les sels de manganèse et de fer donnent du peroxyde au contact d'un chlorite alcalin.

On distingue un chlorite d'un mélange de chlorate et de chlorure au moyen de l'acide sulfurique étendu de huit à dix fois son poids d'eau, qui décompose le chlorite seulement. L'acide hypochlo-

rique se distingue de l'acide chloreux par la production de chlorate au contact des bases.

Action de la lumière sur les combinaisons oxygénées du chlore, acide chloroperchlorique. Les acides chloreux, hypochlorique ou chlorochlorique dissous dans l'eau se décomposent à la lumière en acide chlorique, chlore et oxygène. Lorsque ces acides sont secs, à la lumière solaire, ils se transforment en acide perchlorique, chlore et oxygène. Mais si on laisse le flacon dans l'eau que l'on maintient à + 20°, au lieu d'acide perchlorique, on obtient un liquide d'un brun rouge, qui est un composé particulier de chlore et d'oxygène.

Acide chloroperchlorique. Cet acide se décompose spontanément ou par la chaleur en acide perchlorique, mais sans détonner. Sa composition est représentée par $2ClO^7 + ClO^3$. Sa propriété caractéristique est de répandre dans l'air humide des vapeurs si abondantes, qu'il suffit de quelques gouttes pour rendre nébuleuse toute une salle fraîchement arrosée.

Décomposition du perchlorate et du chlorate de potasse par la chaleur. Ce perchlorate avant de se détruire complétement repasse par la constitution du chlorate. On peut retirer du chlorate par la calcination jusqu'à 0,50 ou 0,53 de perchlorate au lieu de 0,44 qu'indique Sérullas. Ces nombres s'accordent avec ceux que l'on déduit de la formule $2ClO^5, KO = ClO^7, KO + ClO^3, KO$ et en supposant que le chlorite seul se détruit par la première application de la chaleur.

Constitution des combinaisons oxygénées du chlore. Il y a, comme on vient de le voir, six combinaisons du chlore avec l'oxygène, mais il y

en a quatre que l'on peut considérer comme des combinaisons de deux autres, ClO^7 et ClO^3. On peut aussi, en partant de l'idée de la persistance du même nombre moléculaire, les regarder comme résultant de l'union de plusieurs molécules d'acide perchlorique dont les unes sont modifiées par la présence du chlore remplaçant l'oxygène, tandis que les autres restent intactes.

Les mêmes considérations seraient applicables aux acides du soufre et aux acides de l'azote.

---

37. *Mémoire sur l'*ACIDE HYPOCHLOREUX, *suivi de quelques observations sur les mêmes corps considérés à l'état amorphe et à l'état cristallisé;* par M. Pelouze. (Compt. rend. de l'Ac., t. 16, p. 43.)

Lorsque l'on fait agir du chlore sans aucune précaution sur de l'hydrate de mercure simplement séché à la température ordinaire, il y a chaleur et lumière, et en même temps qu'il se produit de l'acide hypochloreux, il se dégage de l'oxygène ; si l'on a soin de refroidir l'appareil, le dégagement de l'oxygène est presque nul. L'oxyde de mercure calciné à 300 ou 400°, n'est attaqué que lentement par le chlore, et ne laisse dans tous les cas dégager qu'une faible portion d'oxygène.

Voici le procédé qui me paraît le meilleur pour préparer l'acide hypochloreux ; on fait passer du chlore bulle à bulle dans un flacon d'eau de lavage et, de là, dans deux tubes, dont le premier est rempli de chlorure de calcium pour le dessécher, et l'autre, de bioxyde de mercure précipité et calciné jusqu'à une température voisine de celle à laquelle il se décompose. Ce dernier tube est

soudé à un autre d'un diamètre plus étroit, dont l'extrémité plonge dans le flacon que l'on veut remplir d'acide hypochloreux. L'air en est bientôt expulsé par ce dernier gaz.

L'acide hypochloreux est un gaz coloré en jaune rougeâtre. Refroidi à — 20°, il se condense en un liquide rouge tout à fait semblable à du sang artériel; son odeur rappelle celle du chlore et de l'iode, mais elle est plus vive, plus pénétrante et elle affecte plus douloureusement les yeux. Il entre en ébullition à + 19° ou 20°. Sa vapeur est d'un jaune rougeâtre; elle provoque la toux et le crachement de sang. L'acide hypochloreux est plus dense que l'eau; il se maintient au fond de ce liquide dans lequel il se dissout peu à peu en lui communiquant une couleur jaune orange.

L'arsenic, le phosphore, le potassium et l'antimoine brûlent avec flamme et souvent avec une violente explosion quand on les projette dans l'acide hypochloreux liquide ou gazeux.

Cet acide détonne sous l'influence d'une légère chaleur et souvent par le simple effet des vibrations des vases qui le contiennent.

L'eau dissout à zéro au moins 200 fois son volume d'acide hypochloreux gazeux et acquiert par là une couleur jaune évidente. La densité du gaz étant 2, 977, un litre de ce gaz pèse à 0° et à 0 m. 76, 3 g. 864; 100 parties d'eau doivent donc dissoudre 77, 364 d'acide hypochloreux, ou plus des trois quarts de son poids. Ces proportions correspondent approximativement à 1 équivalent d'acide et 6 d'eau. Cette dissolution est jaune, comme celle d'une dissolution concentrée de chlorure d'or : elle a une odeur pénétrante et insupportable. Elle désorganise la peau. Elle a une action

oxydante des plus énergiques. Elle change immédiatement le sulfure de plomb en sulfate, même lorsqu'elle est très-étendue. Elle produit dans les sels de manganèse un précipité noir velouté d'hydrate de peroxyde, et dans les sels de plomb un précipité d'oxyde puce.

La décomposition facile de l'acide hypochloreux par l'acide hypochlorique fournit un excellent moyen de se procurer en abondance des cristaux d'hydrate de chlore : il suffit de refroidir à + 2° ou 3° une dissolution d'acide hypochloreux et d'y verser goutte à goutte de l'acide hydrochlorique; le chlore éliminé s'unit à l'eau et il en résulte une si grande quantité de cristaux que le liquide presque tout entier se solidifie.

L'oxyde de mercure préparé par voie sèche est cristallisé en paillettes ou en aiguilles, et il n'est que très-faiblement attaqué par le chlore; je suis porté à penser qu'il doit cette propriété à son état cristallisé. Il se distingue encore de l'oxyde amorphe en ce qu'il se décompose beaucoup plus difficilement par la chaleur.

J'ai recherché dans quelles proportions le chlore se dissout dans l'eau à différents degrés de température.

Voici quelles sont ces proportions.

Volume d'eau.	Volume de chlore.			Températures.
100	175	à	180	0°
100	270		275	9
100	270		275	10
100	250		260	12
100	250		260	14
100	245		250	24
100	200		210	30
100	155		160	40
100	115		120	50
100	80		65	70

L'eau bien saturée, entre 8 ou 10°, est fortement colorée en jaune verdâtre; si on la refroidit à zéro, elle laisse déposer des flocons d'hydrate de chlore et la couleur de l'eau-mère qui surnage a beaucoup perdu de son intensité. L'air expulse le chlore de sa dissolution avec une très-grande facilité.

---

38. *Note sur l'*ACIDE IODIQUE; par M. Pouleuc. (Journ. de Pharm., t. 2, p. 508.)

Pour obtenir l'acide iodique, il suffit de placer dans un ballon à long col 25 gr. d'iode, et de verser dessus 80 g. d'acide nitrique rutilant, en chauffant légèrement sur des charbons, ou mieux au bain-marie. La réaction est prompte et rapide quand l'iode est très-divisé, mais il en reste néanmoins toujours une petite quantité non dissoute; on dessèche pour chasser cet excès d'iode, on reprend par l'eau, et l'on fait cristalliser, soit en ajoutant une petite quantité d'acide azotique à 40° comme le conseille M. Boutin, soit, comme faisait Sérullas, en laissant la dissolution, parvenue à l'état sirupeux, au contact de l'air, sous l'influence de l'évaporation spontanée.

Mais l'important pour bien réussir est d'employer de l'acide nitrique suffisamment concentré. Voici comment je prépare cet acide: je prends parties égales de nitrate de potasse fondu et d'acide sulfurique aussi déshydraté que possible. Après avoir versé l'acide sur le sel pulvérisé, j'adapte au col de la cornue un ballon tubulé plongeant dans un mélange réfrigérant entretenu bien froid. J'adapte également un long tube droit à la tubulure du ballon et je chauffe avec modération, en conduisant l'opération avec beaucoup de soin.

L'acide qui se dégage est excessivement rutilant et tient en dissolution une quantité très-notable d'acide hypoazotique. 3,500 gr. d'acide sulfurique et une égale quantité de nitre m'ont donné 2,000 gr. d'acide nitrique qui marquait 45 à 48° à l'aréomètre de Beaumé.

---

39. *De l'action de l'*ACIDE NITRIQUE SUR L'ALCOOL, *et de l'*ÉTHER NITRIQUE; par M. Millon. (Ann. de Ch., t. 8, p. 233.)

On sait que les tentatives qui ont été faites jusqu'ici pour combiner l'acide nitrique à l'éther sont restées infructueuses. J'y ai réussi avec une grande facilité, en ajoutant à l'acide nitrique une petite quantité de nitrate d'urée. Il arrive alors que l'acide nitreux, mêlé à l'acide nitrique, ou qui peut se produire, est absorbé par l'urée, qu'il décompose, en donnant naissance à des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique.

L'opération réussit toujours très-bien, en prenant 1 volume d'acide nitrique concentré à 4 1/2 équivalents d'eau, pur, et surtout bien exempt d'acide chlorhydrique, et 2 volumes d'alcool à 35°, ce qui fait à peu près un poids égal d'acide et d'alcool. Il convient de ne pas agir sur plus de 120 à 150 gr. à la fois, et l'on ajoute à ce mélange 10 à 20 gr. de nitrate d'urée. On chauffe doucement et on s'arrête lorsqu'il ne reste plus dans la cornue que le huitième environ du mélange. On ajoute de l'eau au produit distillé, et l'éther se dépose au fond du vase sous forme d'un liquide plus lourd que l'eau. Pour le purifier on le lave successivement avec une solution alcaline et avec de l'eau; on le laisse ensuite un jour ou deux au contact du chlo-

rure de calcium réduit en morceaux, et on le distille. L'analyse montre que cet éther a pour formule AzO^6, C^4H^5O. Son odeur est douce et suave. Sa saveur est sucrée et laisse un arrière-goût de légère amertume. Sa densité est de 1,112. Il bout à 85°. Il brûle avec une flamme blanche très-prononcée. Il se décompose à une température un peu supérieure à son point d'ébullition. Il est insoluble dans l'eau, mais très-soluble dans l'éther. Les acides nitrique, chlorhydrique et sulfurique concentrés le détruisent. Il dissout l'iode. Le chlore l'attaque très-promptement. La potasse en dissolution dans l'eau est sans action sur lui, mais dissoute dans l'alcool, elle le décompose même à froid.

La portion du nitrate d'urée qui n'a pas été décomposée pendant cette préparation, est parfaitement blanche, et l'on pourrait employer ce moyen pour purifier ce nitrate.

---

40. *Examen chimique de la* NOIX DE GALLE; par M. Guibourt. (Revue scient., t. 13, p. 32.)

La noix de galle est composée, approximativement, des principes qui suivent :

Acide tannique.	0,650
Acide gallique.	0,020
Acide ellagique et lutéogallique. . . .	0,020
Chlorophylle et huile volatile.	0,007
Matière extractive brune.	0,025
Gomme.	0,025
Amidon.	0,020
Ligneux.	0,105
Sucre liquide, albumine, sulfate de potasse, chlorure de potassium, gallates de potasse et de chaux, oxalate de chaux, phosphate de chaux. . .	0,013
Eau.	0,115
	1,000

Je pense que les acides gallique, ellagique et lutéo-gallique existent en petite quantité tout formés dans la noix de galle, ainsi que la matière extractive brune et le sucre. Le procédé d'extraction du tannin de M. Pelouze est fondé, non sur la présence de l'eau dans l'éther, mais sur l'action de l'alcool qui liquéfie assez la combinaison pour permettre au liquide superposé de la détacher de la poudre et de la chasser par le déplacement jusque dans le récipient. Les proportions qui paraissent le mieux réussir sont celles de 20 p. d'éther et de 1 d'alcool à 69 degrés centésimaux. Mais après avoir traité trois fois la poudre de noix de galle par un pareil mélange, on augmente beaucoup la quantité du produit en faisant deux traitements par l'éther seul, et on l'augmente encore en distillant une portion du liquide surnageant et mêlant le résidu de la distillation à la portion non distillée. On peut retirer de cette manière 55 à 60 de tannin de M. Pelouze, de 100 parties de noix de galle.

Mais ce tannin n'est pas complétement privé des autres principes qui l'accompagnent dans la noix de galle, et on peut l'obtenir plus pur en le faisant redissoudre dans un mélange de 1 p. d'eau et de 2 p. d'éther.

---

41. *Recherches sur la fabrication du* TOURNESOL *en drapeaux et sur le principe colorant du Chrozophora tinctoria employé à sa fabrication*; par M. Joly. (Ann. de Ch., t. 6, p. 111.)

Les chiffons désignés dans le commerce sous les noms de *Drapeaux du Grand-Gallargue*, *Tournesol en drapeaux*, *Tournesol de Provence*,

doivent la couleur qui les distinguent au suc du *Chrozophora tinctoria* ou Maurelle, de la famille des Euphorbiacées. On les fabrique au Grand-Gallargue, village situé aux environs de Nîmes.

Le lendemain du jour où l'on a recueilli la maurelle (en automne), on la soumet pendant un quart d'heure ou vingt minutes à l'action d'une meule verticale de 5 ½ pieds de diamètre, de plus d'un pied d'épaisseur et du poids de 3000 kilog. Cette meule est mise en mouvement par un cheval et tourne dans une auge circulaire à parois évasées : quand la plante est suffisamment triturée, on la place dans des cabas formés de joncs tressés ou de feuilles entrelacées du *Lygæum spartum*, et tout à fait semblables à ceux dont on se sert dans la fabrication de l'huile d'olive. On porte ces cabas au pressoir et l'on reçoit le suc dans un grand vase en bois appelé *cornue*. Ce suc paraît d'un vert foncé, presque bleu et devient très-visqueux lorsque l'eau qu'il contenait est en partie évaporée. Le marc qui l'a fourni est ensuite retiré du cabas, émietté, mélangé avec une quantité d'urine égale à la moitié du suc présumé qu'il peut encore contenir, et soumis de nouveau à l'action du pressoir.

Immédiatement après avoir obtenu le suc de la première espèce, et quelquefois un quart d'heure après seulement, le maurellier en verse une certaine quantité dans un baquet rectangulaire, analogue à celui dont se servent les blanchisseuses. Il y trempe ensuite des lambeaux de toile d'emballage très-grossière, et les imbibe de suc en les froissant comme s'il voulait les imprégner d'eau de savon. Avant de procéder à cette opération, il

a soin que les chiffons ne soient ni huileux ni graisseux.

Lorsque le fabricant juge que la liqueur a pénétré d'une manière égale dans toutes les mailles du tissu, il cesse de pétrir, et porte à l'étalage les chiffons ainsi préparés, afin de les faire sécher le plus promptement possible. A cet effet il replie les deux angles supérieurs des lambeaux, puis les fixe par de longues épines à des cordes tendues horizontalement sur des poutres, et toujours placées dans un endroit exposé au soleil et au vent. Les chiffons imprégnés de suc et desséchés portent le nom de *blanquerie*.

On expose alors les drapeaux à l'*aluminadou*. L'*aluminadou* n'est autre chose qu'une couche de fumier de cheval ou de mulet, à laquelle on donne à peu près 1 pied ou 1 $\frac{1}{2}$ pied d'épaisseur. Pour être employé avec succès, ce fumier doit être récent, éprouver un commencement de fermentation et développer par conséquent un certain degré de chaleur et d'abondantes vapeurs ammoniacales; on répand par-dessus quelques poignées de paille fraîche et hachée, et sur cette paille on étend les chiffons, qu'on recouvre encore d'une couche de paille et d'une légère couche de fumier, ou simplement d'un drap grossier destiné à concentrer la vapeur de l'*aluminadou*. Il suffit de les laisser ainsi pendant une heure ou une heure et demie, en ayant soin de les retourner de temps en temps.

Les chiffons ainsi préparés sont souples, moites et d'un bleu magnifique. Le fabricant les fait sécher une seconde fois, les imbibe de suc mélangé d'urine, les porte de nouveau à l'étendage et ne les en retire qu'après qu'ils ont acquis par la des-

siccation cette couleur pourpre ou vert sombre, moins belle que la premiere mais beaucoup plus estimée, dit-on, pour les usages auxquels on la destine. Les drapeaux soumis à cette seconde manipulation semblent pour ainsi dire empesés, et ils ont une roideur que ne possèdent pas ceux qui sont passés simplement à l'*aluminadou.*

Le quintal de chiffon vaut actuellement 45 à 50 fr., et on en fabrique tout au plus 1.200 quintaux qui donnent un produit brut de 60.000 fr. par an.

Il paraît que l'usage de ces chiffons est borné à donner aux croûtes du fromage de Hollande cette teinte rouge qui le distingue. Il suffit pour cela de tremper les fromages dans un baquet d'eau bleui par les chiffons et de les en retirer presque aussitôt pour les faire sécher.

Il résulte des expériences que j'ai faites : 1° que le tournesol en drapeaux diffère du tournesol en pain, en ce que les alcalis ne peuvent le ramener au bleu, lorsqu'il a été rougi par un acide; 2° que la matière colorante des drapeaux diffère de celle qu'on obtient directement par l'infusion du suc du *Crozophora tinctoria*, en ce qu'elle n'est pas verdie par l'ammoniaque, la chaux ni la potasse; 3° que le principe colorant de la plante est répandu dans toutes ses parties; 4° qu'il s'y rencontre à tous les âges; 5° qu'il a son siége immédiat dans le tissu cellulaire et probablement aussi dans les vaisseaux du latex; 6° que sous l'influence de la vie, il existe dans les organes à l'état incolore; mais qu'après la mort du végétal et sous l'influence de l'oxygène atmosphérique et d'une prompte dessiccation, il peut devenir bleu; 7° et qu'enfin la chromule verte paraît susceptible d'éprouver les

mêmes changements quand on l'expose aux vapeurs ammoniacales de l'*aluminadou*.

---

42. *De l'action du* SULFATE DE FER *sur la végétation*; par E. Gris. (Revue scient., tom. II, p. 268.)

Il résulte des expériences que j'ai faites pendant trois ans sur diverses plantes : 1° que le sulfate de fer est un engrais stimulant; 2° qu'il ne présente pas de danger dans son emploi bien entendu; 3° que son action est manifeste sur le principe colorant des feuilles; 4° qu'avec une dépense de 10 à 15 centimes, on peut traiter une centaine de plantes étiolées et leur rendre toute leur vigueur.

Voici en peu de mots comment la plante doit être traitée. On fait dissoudre à froid 8 grammes de sulfate de fer dans un litre d'eau : la plante, selon son etat d'altération plus ou moins avancé, est placée à demi-soleil ou à l'ombre; à l'ombre quand elle est très-malade; la terre du pot est entretenue légèrement humide avec de l'eau ordinaire; puis on l'arrose tous les cinq ou six jours avec plus ou moins de la dissolution indiquée ci-dessus, selon la force de cette plante (40 à 60 grammes pour une calcéolaire, par exemple). Deux, trois, quatre ou cinq arrosements suffisent presque toujours. Parfois cependant il faut les continuer plus longtemps.

---

43. *Recherches sur les* ACIDES MÉTALLIQUES; par M. Frémy (3e Mémoire). (Comp. rend. de l'Ac., t. 15, p. 1106.)

Tous les chimistes savent que l'alumine se dis-

sout avec facilité dans la potasse et la soude ; mais on n'avait pas encore analysé une combinaison définie d'alumine et d'alcali. L'analyse d'une pareille combinaison m'a paru importante ; elle devait démontrer que l'alumine se comporte, dans certains cas, comme un acide ; on savait du reste déjà que l'alumine se trouve, dans certains minéraux, à l'état d'aluminate. J'ai pu préparer de l'aluminate de potasse parfaitement cristallisé ; j'ai trouvé que ce sel était formé de 1 équivalent d'alumine et de 1 équivalent de potasse. Ce sel est hydraté, et contient 2 équivalents d'eau ; ainsi, dans les aluminates neutres, le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base est comme 3 est à 1.

L'examen des combinaisons de l'oxyde de zinc avec les alcalis m'a présenté de grandes difficultés. Ces composés sont en général déliquescents, et ne cristallisent pas. Je suis cependant arrivé à préparer un zincate de potasse cristallisé, en traitant une dissolution d'oxyde de zinc dans la potasse par une petite quantité d'alcool ; on obtient, dans ce cas, un sel cristallisé en longues aiguilles, que je considère comme un bizincate de potasse. Ce sel est immédiatement décomposé par l'eau en oxyde de zinc anhydre et en potasse qui reste en dissolution.

L'action que les alcalis exercent sur le protoxyde d'étain m'a présenté des particularités fort curieuses. D'après quelques chimistes, le protoxyde d'étain en dissolution dans un alcali laisserait déposer, par l'évaporation de la liqueur, des cristaux d'étain métallique ; d'après d'autres, cette dissolution abandonnerait des cristaux de protoxyde d'étain anhydre. Les expériences que j'ai faites à

ce sujet m'ont démontré que lorsqu'on fait dissoudre du protoxyde d'étain dans une faible proportion d'alcali, et que l'on concentre la liqueur sous le récipient d'une machine pneumatique, il arrive un moment où l'alcali s'empare de l'eau d'hydratation du protoxyde d'étain; l'oxyde d'étain perd alors sa solubilité dans l'alcali, et se précipite à l'état anhydre. Lorsqu'on fait, au contraire, dissoudre le protoxyde d'étain hydraté dans de l'alcali en excès, et qu'on évapore rapidement la liqueur, le protoxyde d'étain se décompose en acide stannique, qui reste combiné avec l'alcali, et en étain qui se précipite. On voit donc que c'est la proportion d'alcali en excès qui fait varier la décomposition. Les observations précédentes démontrent que la potasse en dissolution peut agir sur l'eau d'hydratation d'un oxyde, et le faire passer à l'état anhydre. Cette expérience devait m'engager à étudier l'influence des autres corps en dissolution sur l'hydrate de protoxyde d'étain, et c'est cet examen qui m'a fait découvrir différents états isomériques du protoxyde d'étain. Lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate de protoxyde d'étain avec une quantité de potasse insuffisante pour le dissoudre, il arrive un moment où le précipité, qui était sans aucune apparence de cristallisation, se transforme tout à coup en une infinité de cristaux très-durs, brillants et entièrement noirs. Ce corps est du protoxyde d'étain anhydre.

Cet oxyde diffère, par la couleur et la cristallisation, de l'oxyde d'étain préparé par le procédé si curieux donné par M. Gay-Lussac, qui consiste à faire bouillir du protochlorure d'étain avec un excès d'ammoniaque; mais on peut facilement ra-

mener ces deux oxydes au même état; car, si l'on chauffe dans un tube de l'oxyde d'étain noir préparé par de la potasse, arrivé à une température de 200_o environ, il éprouve une sorte de décrépitation, les cristaux se séparent violemment, augmentent de volume, changent de forme et se métamorphosent en oxyde olivâtre semblable en tous points à l'oxyde préparé par la méthode de M. Gay-Lussac. Des sels en dissolution ont aussi la propriété de déshydrater rapidement le protoxyde d'étain. Si l'on fait bouillir pendant quelques secondes de l'hydrate de protoxyde d'étain dans les dissolutions concentrées de chlorure de potassium, de sel ammoniac, on voit bientôt l'oxyde se déshydrater. Si l'on vient à évaporer une petite quantité de protoxyde d'étain hydraté tenu en suspension dans une dissolution très-faible de sel ammoniac, au moment où le sel se précipite de sa dissolution, l'hydrate se transforme en une poudre d'un très-beau rouge de vermillon. Ce corps est encore du protoxyde d'étain sous un nouvel état isomérique. On peut très-facilement le transformer en oxyde de couleur olivâtre par un agent mécanique; car, quand on vient à le frotter avec un corps dur, il reprend immédiatement la couleur brune qui caractérise le protoxyde d'étain anhydre. Ainsi donc j'ai pu obtenir, par les procédés que je viens de décrire, le protoxyde d'étain sous trois états physiques différents : à l'état noir, olivâtre et rouge.

Le protoxyde d'étain n'est pas le seul oxyde qui ait la propriété de se déshydrater sous l'influence des alcalis. Lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate d'oxyde de bismuth avec une dissolution alcaline, il arrive un moment où le précipité, qui était

d'abord blanc, se transforme en une quantité considérable de petites aiguilles jaunes et brillantes, qui sont de l'oxyde de bismuth anhydre.

L'action que les alcalis exercent, à une température élevée, sur l'oxyde de bismuth, m'a permis d'isoler dans un état de pureté absolue le peroxyde de bismuth. On sait que cet oxyde avait été indiqué par différents chimistes; mais jusqu'à présent ce corps n'avait pas été obtenu à l'état pur. Dans un travail fort bien fait, M. Jacquelain a prouvé que l'oxyde de bismuth, chauffé au creuset d'argent avec un alcali, se peroxyde et se combine avec l'alcali; mais M. Jacquelain n'avait pu obtenir le peroxyde de bismuth à l'état isolé.

J'ai reconnu que lorsqu'on chauffe de l'oxyde de bismuth avec de la soude, il absorbe l'oxygène et se transforme en bismuthate de soude; et si l'on vient à faire bouillir ce sel avec un excès de soude, l'oxyde métallique se déshydrate et abandonne alors l'alcali, comme dans les expériences que j'ai décrites précédemment. Cet oxyde ainsi obtenu est de couleur puce, comme le peroxyde de plomb, et peut être lavé avec de l'acide nitrique concentré sans se décomposer. Cet oxyde, analysé, a présenté la composition suivante : Bi^2O^4. Ainsi donc les oxydes de bismuth ont évidemment pour formule Bi^2O^3, Bi^2O^4. Ce résultat est parfaitement d'accord avec les expériences de M. Jacquelain et les travaux récents de M. Regnault sur la chaleur spécifique du bismuth et celle de ses combinaisons.

Il me reste enfin à parler des expériences que j'ai faites sur les oxydes de plomb.

Le protoxyde de plomb se dissout dans les al-

calis et forme des composés cristallisés avec quelques bases. Mais l'hydrate de protoxyde de plomb se déshydrate, sous l'influence des alcalis, avec autant de facilité que les oxydes d'étain et de bismuth. C'est ainsi que, lorsqu'on fait bouillir de l'hydrate de protoxyde de plomb avec une quantité d'alcali insuffisante pour le dissoudre, l'hydrate se transforme en oxyde de plomb anhydre et parfaitement cristallisé.

C'est cet oxyde que M. Payen avait déjà obtenu en traitant l'acétate de plomb par l'ammoniaque. Cet oxyde peut, comme l'a fait remarquer M. Payen, changer de couleur lorsqu'on le porte à une température élevée; le frottement peut aussi opérer cette transformation.

Les dissolutions du protoxyde de plomb dans les alcalis laissent déposer par l'évaporation des cristaux d'oxyde de plomb anhydre, qui diffèrent des précédents par la facilité avec laquelle ils se dissolvent dans les dissolutions alcalines même étendues.

Les observations que j'ai faites sur le protoxyde de plomb démontrent donc que cet oxyde se combine avec les bases lorsqu'il est hydraté, mais que, semblable au protoxyde d'étain, il se déshydrate sous l'influence même des alcalis qui le tiennent en dissolution, et qu'il se précipite alors à l'état cristallin et anhydre en présentant des propriétés différentes, selon les circonstances qui ont déterminé sa précipitation.

Il existe un peroxyde de plomb, que l'on nomme souvent *oxyde puce*, qui avait présenté jusqu'alors des propriétés indifférentes; on pensait jusqu'à présent que cet oxyde ne pouvait contracter aucune combinaison. Tous les chimistes considè-

rent cependant le minium comme une combinaison de peroxyde de plomb avec le protoxyde. Ce fait devait m'engager à rechercher si le peroxyde de plomb ne pourrait pas s'unir à d'autres bases.

Or il résulte des expériences que j'ai faites à ce sujet que le peroxyde du plomb est un véritable acide qui peut se combiner avec toutes les bases pour former des sels bien définis et souvent cristallisés qui ont pour formule générale PbO^2,MO.

Je proposerai donc de donner à la seconde combinaison du plomb avec l'oxygène le nom d'acide *plombique*, en réservant le nom de *plombites* aux sels formés par l'union du protoxyde de plomb avec les oxydes métalliques, pour les distinguer des *plombates* qui résultent de la combinaison du peroxyde de plomb avec les bases.

Les plombates se préparent tous par voie sèche. On obtient les plombates de potasse et de soude en faisant chauffer au creuset d'argent du peroxyde de plomb (acide plombique) avec ces alcalis en excès. On traite la masse par l'eau; la liqueur abandonne par l'évaporation des cristaux parfaitement définis de plombate alcalin. On peut aussi obtenir ces sels en chauffant à l'air du protoxyde de plomb avec de l'alcali qui se peroxyde et qui oxygène le protoxyde de plomb.

Les plombates de potasse et de soude cristallisent parfaitement dans une eau alcaline, mais sont décomposés par l'eau pure. Lorsqu'on vient par conséquent à étendre d'une grande quantité d'eau une dissolution de plombate, elle ne tarde pas à se colorer en rouge foncé et laisse déposer de l'acide plombique. Les acides forment dans les plombates un précipité d'acide plombique.

Tous les plombates s'obtiennent en calcinant à

l'air un mélange d'oxyde métallique et de protoxyde de plomb. Ainsi donc le minium est un des sels de la série des plombates; c'est un plombate de protoxyde de plomb qui se prépare par la méthode générale que je viens d'indiquer. On sait que lorsqu'un métal peut former à la fois un oxyde et un acide, il existe en général une combinaison de l'acide avec de l'oxyde; nous citerons ici, par exemple, le chromate de chrôme, le tungstate de tungstène, le stannate d'étain, etc., etc. Le minium vient donc se ranger dans cette série de composés.

---

44. *De l'action des* MÉTAUX *en ignition sur le* GAZ OLÉFIANT; par M. Marchand. (Journ. fur chem.)

Le gaz oléfiant chauffé au rouge dans des tubes remplis de fragments de porcelaine, se change en gaz des marais en déposant du carbone. Si l'on place dans le tube des fils métalliques et si l'on chauffe jusqu'au blanc, la décomposition du gaz est complète, et l'on pourrait de cette manière se procurer très-facilement, avec du gaz d'éclairage, du gaz hydrogène carboné, dont la densité ne serait que de 0,172 et qui serait propre à remplir des ballons.

On sait que la décomposition du gaz oléfiant s'opère déjà en partie dans les appareils où l'on prépare les gaz d'éclairage. Il se forme sur les parois des cornues des dépôts de charbon dont l'épaisseur est souvent considérable. La partie de ces dépôts qui touche aux parois a une densité qui va jusqu'à 2,356, et elle a une dureté si grande qu'elle fait feu au briquet; elle ne contient pas

trace d'hydrogène, et je n'y ai trouvé que 0,0020 à 0,0172 de fer. Au contraire, le charbon qui forme la partie antérieure de la couche a une densité beaucoup moindre et qui ne dépasse pas 1,80 : il contient 0,0055 d'hydrogène et plus de 0,02 de cendres composées de silice et de fer.

Si l'on chauffe du cuivre en fil dans un courant de gaz oléfiant, il devient extrêmement cassant, à cassure grenue, presque cristalline, d'un blanc rougeâtre à l'intérieur et il se recouvre d'une couche très-mince d'une substance noirâtre. Si l'on substitue au fil du cuivre en poudre, obtenu à l'aide de la réduction de l'oxyde de cuivre par le gaz hydrogène, le métal se recouvre d'une couche noire d'autant plus épaisse que la masse est plus près du point où afflue le gaz, et on trouve que le charbon déposé près de ce point contient 0,04 de cuivre, tandis que le plus éloigné en contient 0,12; le charbon s'est ainsi combiné avec le cuivre dans les parties éloignées du métal par un phénomène inverse de la cémentation.

Il se pourrait que dans les opérations de l'analyse des substances organiques par l'oxyde de cuivre, il se formât du carbure de cuivre dans quelques circonstances et qu'il en résultât des erreurs relativement au dosage du carbone.

Le nickel, le palladium et le platine se comportent avec le gaz oléfiant comme le cuivre. On sait que les creusets de platine que l'on chauffe à la lampe s'altèrent souvent très-rapidement. Ayant dirigé un courant de gaz oléfiant à travers un tube dans lequel j'avais placé un fil de platine de 1/4 de millimètre de diamètre roulé en spirale; j'ai trouvé après l'opération ce fil recouvert d'une couche noire et corrodé comme s'il eût

séjourné dans de l'eau régale. Un fil de 1/15 de millimètre également tortillé s'est promptement recouvert d'une couche compacte de charbon, et celle-ci, une fois la réaction commencée, s'est augmentée avec une rapidité étonnante et a formé une couche tout à fait légère, mais trente fois aussi épaisse de carbure de platine. Ce carbure a fini par obstruer la presque totalité du tube de porcelaine, de telle manière que le courant de gaz a poussé toute la masse devant lui. Cette dernière a brûlé très-facilement à l'air, et a laissé 0,11 de platine, sous la forme d'une éponge extrêmement fine, dont l'énergie chimique l'emportait de beaucoup sur celle de l'éponge de platine ordinaire.

---

45. *Note sur* L'HUILE VOLATILE *à laquelle donne naissance l'action des acides sur les* MÉTAUX *carburés*; par M. Schrotter. (An. der Pharm., t. 39, p. 302.)

On peut séparer complétement cette huile du gaz hydrogène qu'elle accompagne au moyen de l'acide sulfurique du commerce. Tant que l'acide n'en est pas saturé, le gaz hydrogène ainsi purifié est absolument sans odeur. On reconnaît que l'acide approche du terme de la saturation par la couleur brune qu'il prend et qui approche de celle du brôme.

En ajoutant de l'eau à l'acide, l'huile s'en sépare. Elle est visqueuse et d'un vert foncé; elle a toutes les propriétés du naphte naturel; et j'ai trouvé qu'elle se compose comme celui-ci d'hydrogène et de carbone unis dans le même rapport que dans l'hydrogène proto-carboné.

Au contact de l'air cette huile s'épaissit de plus en plus en absorbant de l'oxigène.

Lorsqu'on abandonne à elle même une dissolution d'huile dans l'acide sulfurique, au bout de peu de temps il se dégage de l'acide sulfureux et il se forme des combinaisons particulières.

---

46. *Note préliminaire sur une nouvelle méthode de précipiter les* MÉTAUX *de leurs dissolutions à l'état de sulfures, et de les séparer les uns des autres;* par M. Himly. (Journ. de Pharm., t. 2, p. 430.)

Cette méthode consiste à remplacer, dans la première opération, l'hydrogène sulfuré, dont l'emploi n'est certes pas exempt d'inconvénients, par les *hyposulfites alcalins*. L'acide hyposulfureux peut en effet être considéré comme formé d'acide sulfureux et de soufre; il se décompose très-promptement en ces deux principes, lorsqu'on l'élimine de ses sels par des acides plus énergiques; on a donc une combinaison dans laquelle l'acide sulfureux, en raison de sa grande tendance à passer à un degré d'oxydation plus avancé, aux dépens de l'oxygène d'autres substances, peut remplacer l'hydrogène de l'hydrogène sulfuré, tandis que le soufre, au moment de sa séparation simultanée, y joue tout à fait le même rôle que le soufre de l'hydrogène sulfuré; il se combine avec le radical désoxygéné pour former un sulfure métallique. Par exemple, si à une dissolution d'un arséniate neutre on en ajoute une autre d'hyposulfite de soude en excès, on peut chauffer le mélange jusqu'à l'ébullition, sans qu'il se produise un changement sensible; mais si on y verse

alors de l'acide chlorhydrique, l'arsenic est aussitôt précipité à l'état de sulfide. La décomposition est plus lente à la température ordinaire; mais l'observation de certaines règles de précautions permet de la rendre complète. On obtient ainsi, en peu de minutes, à l'aide de ce réactif, un résultat qui aurait exigé au moins une journée avec un courant d'hydrogène sulfuré. La décomposition des sels d'antimoine et de cuivre par l'hyposulfite de soude additionné d'acide chlorhydrique n'est ni moins facile ni moins complète.

L'application des hyposulfites de soude, de potasse ou d'ammoniaque à la séparation quantitative des métaux paraît soumise à certains principes, qui peuvent se résumer ainsi :

Une partie des oxydes métalliques se dissout avec facilité dans un hyposulfite alcalin, auquel on a encore ajouté un peu d'alcali libre; une autre partie y est insoluble; il se forme une grande quantité de sels doubles, qui n'ont pas encore été examinés jusqu'à ce jour. C'est ainsi, par exemple, que le chlorure de platine et de potassium lui-même se dissout très-facilement à une très-douce chaleur dans l'hyposulfite de soude. A la température de l'ébullition, il se produit beaucoup de sulfure de platine et d'acide sulfurique libre; si l'hyposulfite de soude est en excès, et qu'on y ajoute de l'acide chlorhydrique, le platine est complétement précipité par la chaleur.

Il paraît que les métaux qui forment des sulfosels doubles sont précisément ceux que l'hyposulfite de soude dissout facilement; et l'action dissolvante qu'exerce l'hydrosulfate d'ammoniaque déjà décomposé en partie sur le sulfure d'antimoine, le sulfure d'arsenic, etc., et qui est incomparable-

ment plus énergique que celle de l'hydrosulfate d'ammoniaque pur, pourrait être plutôt attribuée à l'hyposulfite d'ammoniaque, qui s'y trouve, qu'au degré plus élevé de sulfuration.

De plus, on peut dire, en général, que les métaux que l'hydrogène sulfuré peut précipiter de leurs dissolutions dans les acides, peuvent aussi être précipités par les hyposulfites. Toutefois il y a ici des exceptions particulières pour le cadmium et le bismuth, par exemple, ce qui permettra encore de séparer les uns des autres quelques métaux de ce groupe.

En troisième lieu, les métaux que l'hydrogène sulfuré ne précipite pas de leurs dissolutions dans les acides, ne sont pas non plus séparés par l'acide hyposulfureux.

Quant aux métaux acidifiables, c'est avec eux que le pouvoir réducteur de l'acide hyposulfureux présentera le plus d'énergie; toutefois mes expériences à cet égard se sont, jusqu'à ce jour, bornées à l'antimoine et à l'arsenic.

Ce nouveau mode de séparation des métaux exige, comme on voit, des études pour chaque métal en particulier, et je m'occupe depuis longtemps d'un travail plus étendu sur ce sujet et dont je me propose de publier tous les résultats.

---

47. *De l'action de l'acide sulfureux sur les* MÉTAUX; par MM. Fordos et Gélis. (Compt. rend. de l'Acad., t. 16, p. 1069.)

Nous avons formé le projet d'étudier successivement toutes les circonstances dans lesquelles prennent naissance les hyposulfites et leurs analogues, et nous avons commencé par l'étude de

l'action de l'acide sulfureux sur les métaux. Cette action est intéressante à plus d'un titre ; car non-seulement elle peut fournir des produits oxygénés du soufre très-variés, mais aussi elle présente des particularités remarquables qui semblent distinguer l'acide sulfureux de presque tous les autres acides. En effet, lorsqu'un acide dilué agit sur un corps simple métallique qui possède la propriété de décomposer l'eau, c'est ordinairement ce liquide qui fournit l'oxygène nécessaire à l'oxydation du métal ; l'acide sulfureux semble échapper à cette loi commune et agir sur le fer, le zinc, etc., sans que les éléments de l'eau paraissent entrer dans la réaction.

Nous avons essayé de démontrer, dans ce mémoire, que les différences observées proviennent toujours de ce que l'action principale se complique de réactions secondaires dont l'ensemble est difficile à saisir ; que tous les acides agissent de la même manière sur les métaux des trois premières sections, et, pour arriver à généraliser cette action, nous avons été obligés d'abandonner un moment les composés du soufre pour examiner de nouveau, à ce point de vue, l'action de quelques autres acides, savoir : l'acide azotique et l'acide chlorique sur les substances métalliques.

L'action de l'acide sulfureux sur les métaux a déjà fixé l'attention d'un grand nombre d'observateurs. Berthollet remarqua le premier son action sur le fer ; il vit que sa dissolution s'opérait sans dégagement de gaz. Plus tard, Fourcroy et Vauquelin complétèrent son observation et l'étendirent au zinc et à l'étain. Ces deux chimistes établirent d'une manière générale que, lorsque l'acide sulfureux réagit sur un métal, il se forme

toujours deux sels, un sulfite et un hyposulfite. Malgré les résultats de ces chimistes, et quoique leur opinion soit professée par MM. Gay-Lussac et Pelouze, tous les traités de chimie publiés dans ces derniers temps, tout en établissant que ce sujet demande un nouvel examen, admettent qu'un hyposulfite seul prend naissance



$$Fe + SO = Fe\,O, SO.$$

M. Dumas pense qu'il serait plus probable d'y supposer la formation d'un bisulfate de sulfure.

M. Persoz, qui regarde comme démontrée l'existence des hyposulfites basiques, MO, SO, pense que l'acide sulfureux se combine directement au métal sans se décomposer à la manière d'un corps simple.

Dans toutes ces formules, jamais l'eau n'intervient. Les résultats que nous indiquerons plus loin répondront à chacune de ces hypothèses, et ce court exposé suffira pour donner une idée de la question que nous avons essayé d'éclaircir.

Nous avons étudié l'action de l'acide sulfureux sur les métaux des trois premières sections que nous avons pu nous procurer, savoir : le zinc, le fer, l'étain, le nickel, le cadmium, le potassium et le sodium.

Lorsqu'on jette du potassium dans une dissolution aqueuse d'acide sulfureux, ce métal agit comme il le ferait sur de l'eau pure; il brûle à la surface du liquide, en donnant lieu à de la potasse qui s'unit à de l'acide sulfureux.

Mais en traitant l'acide sulfureux dissous dans l'eau par des alliages contenant du potassium, l'amalgame de potassium par exemple, la dissolution du métal se fait au fond de la liqueur : il

se dégage encore de l'hydrogène, dû sans doute à la rapidité de la décomposition de l'eau; mais il se forme, outre le sulfite, de l'hyposulfite.

Le sodium se comporte comme le potassium.

Le zinc nous a fourni les résultats déjà obtenus par Fourcroy et Vauquelin, c'est-à-dire deux sels, un sulfite et un hyposulfite. Ces chimistes n'avaient pas analysé ces composés; nous l'avons fait.

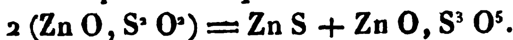
Le sulfite est peu soluble dans l'eau; il a pour formule



$$ZnO, SO^2 + 2HO.$$

L'hyposulfite contient 2 équivalents de soufre pour 1 équivalent de métal, c'est-à-dire ZnO, S^2O^2. Ce n'est pas un sous-hyposulfite, comme on l'avait cru; mais nous n'avons pu doser son eau de cristallisation, parce qu'il n'est pas possible de l'obtenir à l'état solide. Il se détruit avec la plus grande facilité, et l'étude de son mode de décomposition nous a fourni de curieux résultats.

La dissolution de l'hyposulfite de zinc est incolore, transparente et sans odeur; elle n'est pas précipitée par l'alcool absolu : mais si l'on cherche à obtenir le sel cristallisé, soit en plaçant la liqueur dans le vide, soit en l'abandonnant à l'évaporation spontanée, il arrive un moment de concentration où la dissolution se trouble; il se forme un dépôt blanc de sulfure de zinc, et la liqueur contient de l'hyposulfate monosulfuré de zinc. Cette décomposition, qui est commune à un grand nombre d'hyposulfites, se représente exactement par cette équation



$$2(ZnO, S^2O^2) = ZnS + ZnO, S^3O^5.$$

L'hyposulfate monosulfuré de zinc est lui-même un composé fort peu stable; la moindre élévation

de température le décompose ; aussi l'hyposulfite de zinc, évaporé à siccité, donne-t-il, pour résultat final, du sulfure de zinc, du soufre, du sulfate de zinc et un dégagement d'acide sulfureux.

Le fer se dissout rapidement dans l'acide sulfureux, et donne d'abord des cristaux de sulfite SO^2 Fe O, 3HO. Si l'on continue à évaporer dans le vide la liqueur dont on sépare ce sel, on obtient quelquefois des cristaux qui contiennent de l'hyposulfite ; mais le plus souvent, et sans qu'on ait pu observer de différences bien notables dans le mode opératoire, le liquide contient, mêlé à l'hyposulfite, de l'hyposulfate sulfuré très-instable, et qui se décompose, par la concentration, en soufre, acide sulfureux et sulfate.

Le nickel donne un sulfite et un hyposulfite ; le sulfite de nickel a pour formule



$$Ni\,O, SO^2, 6HO.$$

Arrivés à ce point de notre travail, il nous paraissait très-probable que la loi énoncée par Fourcroy et Vauquelin serait confirmée, et que l'étain et le cadmium nous fourniraient, comme les métaux déjà cités, un sulfite et un hyposulfite. Mais, bien que toutes les raisons tirées des analogies fussent en faveur de cette manière de voir (car, en effet, quel métal ressemble plus au zinc que le cadmium?), les faits sont venus lui donner un éclatant démenti.

L'acide sulfureux dissout encore le cadmium sans dégagement de gaz ; mais, indépendamment du sulfite, on obtient, dès le début de l'opération, du sulfure de cadmium en grande quantité.

L'étain donne les mêmes résultats.

D'où viennent ces différences ?

Dans un cas il se fait du sulfite et de l'hyposulfite ; dans l'autre cas, c'est du sulfite et du sulfure. Bien que chacun de ces résultats puisse se concevoir séparément et s'exprimer par des formules très-simples, on ne peut cependant les expliquer sans admettre l'intervention de l'eau, à moins de renoncer à admettre des analogies chimiques dont mille exemples ont démontré l'évidence. Si, au contraire, on admet que l'acide sulfureux agit comme un autre acide, comme l'acide sulfurique par exemple, tous les faits s'expliquent d'eux-mêmes. Il faut seulement se rappeler une propriété bien connue de l'hydrogène sulfuré, savoir : qu'il y a des dissolutions métalliques qui sont toujours précipitées par ce réactif, tandis que d'autres ne le sont jamais lorsque la liqueur est acide ; et, dans les circonstances qui nous occupent, il y a toujours un grand excès d'acide sulfureux. Ces faits admis, nous allons expliquer les phénomènes. Aussitôt le contact établi entre l'eau, l'acide sulfureux et le zinc, l'eau est décomposée ; il se forme un sulfite et de l'hydrogène naissant ; cet hydrogène, au moment où il prend naissance, rencontre de l'acide sulfureux ; or nous avons prouvé, dans un autre mémoire publié en 1841, que dans cette circonstance l'acide sulfureux est réduit, et que l'hydrogène sulfuré est le produit de cette réduction. Que va-t-il arriver ? Si le sulfite métallique contenu dans la liqueur peut être précipité à l'état de sulfure en présence d'un acide, par le gaz sulfhydrique, il se précipitera du sulfure, et l'excès de sulfite restera dans la liqueur. C'est ce que nous avons observé pour le cadmium et l'étain. Si, au contraire, l'acide sulfhydrique est sans action

sur la dissolution métallique dans laquelle il a pris naissance, ces décompositions suivront leur cours; s'il se trouve en présence d'un grand excès d'acide sulfureux, les deux gaz se décomposent mutuellement; il se forme de l'eau et du soufre, mais ce soufre ne peut se précipiter, car il rencontre un sulfite prêt à le dissoudre, pour former un hyposulfite ou un hyposulfate sulfuré. Tels sont aussi les résultats que nous avons obtenus avec le zinc, le fer, le nickel et les métaux alcalins.

En admettant cette manière de voir, non-seulement on explique les phénomènes principaux, mais encore on éclaire complétement tous les résultats secondaires, pour lesquels nous renvoyons à notre mémoire.

En agissant sur les métaux des trois premières sections, l'acide azotique détermine également la décomposition de l'eau. M. Kuhlmann l'a prouvé pour les métaux de la troisième section; l'hydrogène, au lieu de se dégager, reste dans les liqueurs à l'état d'ammoniaque : il l'avait admis également en théorie pour les métaux alcalins; mais il n'avait pas pu le prouver par l'expérience, ce qu'il avait attribué à la haute température qui se développe pendant la réaction. Nous sommes heureux de pouvoir démontrer l'exactitude de cette opinion. Il nous a suffi en effet, pour obtenir de l'ammoniaque avec le potassium et le sodium, d'allier ces métaux avec le mercure : l'amalgame qui se produit est attaqué par l'acide azotique étendu sans dégagement de chaleur trop considérable. Comme le mercure traité seul par l'acide azotique ne donne pas d'ammoniaque, celui qu'on obtient avec l'alliage ne peut provenir que du métal alcalin.

On peut dissoudre l'étain dans l'acide azotique sans dégagement d'aucun gaz; mais, lorsqu'il s'en dégage, nous avons reconnu, contrairement à l'opinion admise, qu'ils sont d'autant plus azotés que la réaction est moins vive.

L'acide chlorique a été à tort placé parmi les acides qui attaquent les métaux en dégageant de l'hydrogène; la quantité d'hydrogène qui se dégage lorsqu'il attaque le fer est presque nulle; elle est très-faible avec le zinc; elle est d'autant plus faible que l'action se fait avec plus de lenteur. Une expérience très-simple met en évidence la réduction de l'acide chlorique : si l'on fait un mélange d'acide sulfurique, d'eau et de chlorate de potasse qui ne précipite pas l'azotate d'argent, il suffit, pour obtenir des flocons très-abondants de chlorure d'argent avec ce mélange, d'y plonger pendant quelques instants une lame de zinc.

---

48. *Analyses de quelques* SELS DOUBLES *formés par l'*ACIDE HYPOSULFUREUX; par M. Lenz de Pforsheim. (An. der Chem., t. 40, p. 94.)

Pour préparer l'hyposulfite de soude, on ajoute à une dissolution neutre de sulfite de soude, une dissolution de soude caustique saturée de soufre jusqu'à ce que le mélange prenne une teinte jaune distincte provenant d'un excès de sulfure de sodium. On purifie ensuite le sel par cristallisation : il se présente sous la forme de prismes à base rhombe.

Il y a deux hyposulfites doubles de soude et d'argent. On obtient le premier, qui est soluble, en introduisant dans une solution d'hyposulfite de soude, soit du chlorure d'argent jusqu'à refus de

dissolution, soit du nitrate d'argent neutre jusqu'à commencement de précipité, puis ajoutant de l'alcool à la liqueur; et le second, qui est presque insoluble dans l'eau, en employant le chlorure ou le nitrate d'argent en excès.

Le sel soluble se présente en lamelles, en écailles ou en aiguilles inaltérables à l'air et à la lumière, mais la chaleur de l'ébullition le noircit en donnant naissance à du sulfure d'argent. Il est à peine soluble dans l'alcool; l'ammoniaque le dissout entièrement; l'acide hydrochlorique n'en précipite pas l'argent; l'acide nitrique bouillant le transforme en sulfate. Il a une saveur extrêmement sucrée. Sa composition est représentée par la formule $AgO, S^2O^2 + 2NaO, S^2O^2 + H^2O$.

Le second sel noircit à l'air; sa composition est représentée par la formule



$$AgO, S^2O^2 + NaO, S^2O^2 + H^2O.$$

Le chlorure et l'acétate de plomb sans excès donnent avec l'hyposulfite de soude un sel double analogue au sel d'argent. Mais lorsqu'on emploie un excès de chlorure ou d'acétate il se forme un précipité qui est de l'hyposulfite de plomb pur.

En versant une dissolution de sulfate de cuivre en excès dans une dissolution d'hyposulfite de soude, il se forme un dépôt couleur jaune d'œuf qui brunit promptement, surtout si l'on chauffe. Ce dépôt est peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et très-soluble dans un excès d'hyposulfite alcalin et dans l'ammoniaque. C'est un hyposulfite double dont la formule est



$$3\,(Cu^2O, S^2O^2) + 2\,(NaO, S^2O^2) + 5\,H^2O.$$

49. *Sur les* Bromures *et leurs combinaisons avec l'ammoniaque*; par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 55, p. 237).

Le tableau suivant présente la composition de toutes les combinaisons bien connues des chlorures, bromures et iodures avec l'eau et l'ammoniaque. (*a*) indique que la combinaison a été obtenue par voie sèche, c'est-à-dire en exposant le sel sec à un courant d'ammoniaque, (*b*) que la combinaison a été produite par voie humide.

Chlorures.	Bromures.	Iodures.
$BaCl^2+2Aq$	$BaBr^2+2Aq$	
$SrCl^2+6Aq$	$SrBr^2+6Aq$	
$SrCl^2+4Az^2H^6$(a)	$SrBr^2+Az^2H^6$(a)	
$CaCl^2+4Az^2H^6$(a)	$CaBr^2+3Az^2H^6$(a)	
$MgCl^2+5Aq$	$AgBr^2+6Aq$	
$2ZnCl^2+Az^2H^6$(a)	$ZnBr^2+Az^2H^6$(a)	$ZnI^2+2Az^2H^6$(b)
		$ZnI^2+3Az^2H^6$(a)
$NiCl^2+8Aq$	$NiBr^2+3Aq$	
$NiCl^2+3Az^2H^6$(a)	$NiBr^2+3Az^2H^6$(a—b)	$NiI^2+3Az^2H^6$(b)
$CoCl^2+2Az^2H^6$(a)	$CoBr^2+3Az^2H^6$(a)	CoI^2+2AzH^6(b)
		$CoI^2+3Az^2H^6$(a)
	$CdBr^2+4Aq$	
	$CdBr^2+Az^2H^6$(b)	$CdI^2+Az^2H^6$(b)
	$CdBr^2+2Az^2H^6$(a)	CdI^2+3AzH^6(a)
$2PbCl^2+3Az^2H^6$ (a)		$PbI^2+Az^2H^6$(a)
		$BiI^2+Az^2H^6$(a)
		$SnI^2+2Az^2H^6$(a)
$CuCl^2+3Az^2H^6$(a)	$2CuBr^2+3Az^2H^6$(b)	$CuI^2+2Az^2H^6$(b)
	$2CuBr^2+5Az^2H^6$(a)	
$2AgCl^2+3Az^2H^6$(a)		$2AgI^2+Az^2H^6$(a)
$2Hg^2Cl^2+Az^2H^6$(a)	$2Hg^2Br^2+Az^2H^6$(a)	
$2HgCl^2+Az^2H^6$(a)	$2HgBr^2+Az^2H^6$(a)	$HgI^2+Az^2H^6$(b)
		$2HgI^2+Az^2H^6$(a)
$HgCl^2+3HgO$	$HgBr^2+3HgO$	

Le bromure de baryum ne se combine pas avec l'ammoniaque.

Le bromure de strontium ammoniacal est très-soluble.

Le chlorure de calcium ammoniacal est soluble et la dissolution se trouble à l'air.

Le bromure de magnésium ammoniacal cristallise, mais difficilement.

Le bromure de zinc ammoniacal est soluble et cristallise en octaèdres. La chaleur fait fondre la combinaison et en expulse toute l'ammoniaque. L'eau la décompose également en en séparant de l'oxyde de zinc pur.

Le bromure de cadmium ammoniacal cristallise, mais l'eau et la chaleur le décomposent.

Le bromure de nickel est vert, ses cristaux sont déliquescents; à l'état anhydre il est brun-jaunâtre. Le composé ammoniacal est en poudre cristalline d'un bleu clair, qui est décomposée par la chaleur ou par l'eau employée en quantité suffisante.

Le bromure de cobalt fournit par l'évaporation des cristaux rouges qui deviennent d'un vert bleuâtre par la calcination. La combinaison ammoniacale préparée par voie sèche est en poudre rouge, qui est totalement décomposée par l'eau et par la chaleur.

Le deuto-bromure de cuivre donne des cristaux noirs et brillants qui sont anhydres, la chaleur les transforme aisément en proto-bromure. La combinaison ammoniacale, soluble dans une petite quantité d'eau, est décomposée par une plus grande quantité de ce liquide. La chaleur en dégage du bromure d'ammonium, en laissant pour résidu du deutobromure de cuivre mêlé de cuivre.

Le bromure d'argent ne se combine pas avec l'ammoniaque.

Le proto-bromure de mercure ammoniacal est

noir : la chaleur le décompose complétement et laisse un résidu blanc.

Lorsqu'on arrose avec de l'eau le deuto-bromure de mercure ammoniacal, il jaunit et il se dissout du bromure d'ammoniaque. En traitant ensuite la poudre lavée par de la potasse, elle ne dégage pas d'ammoniaque, mais ce dégagement s'effectue par l'addition du sulfure de potassium; c'est probablement l'amidure.

Lorsqu'on mélange une solution de deuto-bromure de mercure avec du carbonate de soude, il se fait un précipité couleur de kermès, qui est le bromure basique. Ce composé se volatilise à une température élevée en donnant du deuto-bromure et du mercure.

La meilleure méthode de préparer l'acide hydrobromique consiste à faire passer un courant d'hydrogène sulfuré dans de l'eau chargée de brôme. Mais il faut savoir qu'il se forme toujours dans l'opération une quantité assez considérable d'acide sulfurique, d'où il suit qu'il est nécessaire de distiller l'acide pour l'avoir pur.

Avec l'iode la formation d'acide sulfurique n'est que très-faible et ne s'effectue que par l'échauffement du mélange.

---

50. *Recherches sur les* SULFOCYANURES, par M. Meitzendorff. (Ann. de Pog., t. 56, p. 63.)

Pour préparer l'acide sulfocyanhydrique qui m'était nécessaire pour produire tous les sels que je voulais examiner, j'ai distillé un atome de sulfocyanure de potassium avec un atome d'acide sulfurique préalablement étendu de quatre fois son poids d'eau, puis j'ai laissé, pendant quelque

temps cet acide exposé à l'air dans une capsule simplement recouverte d'un papier, afin que les acides prussique et hydrosulfurique, dont il est souillé, s'en dégagent.

Le sulfocyanure de sodium cristallise en tables; il est déliquescent; il est anhydre comme le sel de potasse.

Le sulfocyanure d'ammonium est très-soluble, mais moins déliquescent que le précédent; il cristallise en tables brillantes et il est anhydre.

Le sulfocyanure de baryum cristallise en longues aiguilles déliquescentes; il contient deux atomes d'eau qu'il perd entre 160 et 170°.

Le sulfocyanure de strontium cristallise en masses mamelonnées déliquescentes; il contient trois atomes d'eau.

Le sulfocyanure de calcium est excessivement déliquescent et ne cristallise qu'avec une extrême difficulté; il contient trois atomes d'eau.

Le sulfocyanure de magnesium cristallise confusément et il est très-déliquescent; il contient quatre atomes d'eau, qu'il ne peut pas perdre en totalité sans commencer à se décomposer.

Sulfocyanure d'aluminium. L'hydrate d'alumine ne se dissout que lentement dans l'acide sulfocyanhydrique; par l'évaporation la liqueur laisse d'abord déposer une substance jaune qui paraît être un sous-sel, et la liqueur donne ensuite, au contact de l'acide sulfurique, une masse gommeuse qui est probablement le sel neutre.

Le sulfocyanure de manganèse cristallise confusément et il est très-soluble; il contient trois atomes d'eau qu'il perd entre 160 et 170°. Lorsqu'on le calcine le résidu se compose principalement de sulfure de manganèse.

Le sulfocyanure de zinc est moins soluble que le sel précédent; il est anhydre; il est très-soluble dans l'ammoniaque et la liqueur donne par le refroidissement des cristaux prismatiques rhomboïdaux, brillants, de sel ammoniacal, qui se compose de un atome de sulfocyanure de zinc et de un atome d'ammoniaque.

Le sulfocyanure de cobalt est très-soluble, sa dissolution est rose, par la concentration elle devient bleue et donne ensuite une masse cristalline brun-jaunâtre. Le sel renferme un demi-atome d'eau qu'il perd à 150°. Il se dissout dans l'ammoniaque qu'il colore en brun-rougeâtre.

Le sulfocyanure de nickel se prend par l'évaporation en une poudre jaune cristalline, sa solution est verte; il renferme un demi-atome d'eau qu'il perd à 150°. Il se dissout dans l'ammoniaque qu'il colore en bleu; la liqueur donne par l'évaporation des cristaux bleus, brillants, qui s'effleurissent lentement à l'air et que l'eau décompose en séparant de l'oxyde de nickel et mettant de l'ammoniaque en liberté.

En décomposant du sulfocyanure de baryum par du protosulfate de fer, on obtient un liquide incolore qui devient promptement rouge par l'évaporation en passant à l'état de persulfocyanure.

L'hydrate de peroxyde de fer se dissout aisément dans l'acide sulfocyanhydrique. La liqueur est d'un rouge intense, mais par des évaporations réitérées elle se décolore presque complétement en laissant déposer de l'hydrate presque pur. La liqueur décolorée renferme à la fois du fer en assez grande quantité, tout entier à l'état de protoxyde, et de l'acide sulfurique.

Le sulfocyanure de cadmium fournit par l'é-

vaporation des cristaux incolores, très-petits, mais fort brillants et qui sont anhydres. Il forme avec l'ammoniaque une combinaison soluble et qui cristallise aisément.

L'hydrate de *bismuth* traité par l'acide sulfocyanhydrique, donne une poudre qui est un oxysulfocyanure, composé de un atome de sulfocyanure, quatre atomes d'oxyde et deux atomes d'eau, et une dissolution jaune, qui, par l'évaporation, donne une poudre orange foncé de sel neutre anhydre. Les deux sels sont décomposés en totalité par l'eau employée en quantité suffisante.

On peut préparer le *protosulfocyanure de cuivre*, soit en réduisant une solution de deutoxyde de cuivre par le protosulfate de fer et mettant en contact avec de l'acide sulfocyanhydrique, soit en mélangeant tout simplement une solution de cuivre diluée avec une solution également diluée de sulfocyanure de potassium. On peut aussi traiter directement du carbonate ou de l'hydrate de cuivre par l'acide sulfocyanhydrique en ayant soin d'étendre d'une suffisante quantité d'eau.

Dans tous les cas le sel de cuivre se précipite à l'état d'une poudre blanche et grenue, qui est insoluble dans l'eau et dans les acides étendus, mais que les acides concentrés décomposent facilement. Avec l'acide nitrique il se forme de l'acide sulfurique; avec l'acide muriatique il se produit du chlorure de cuivre; avec l'acide sulfurique il se dégage de l'acide sulfureux, il se forme du deutosulfate de cuivre et il se dépose du sulfate de cuivre.

Le sulfocyanhydrate de cuivre est anhydre, mais il retient l'eau hydroscopique avec opiniâ-

treté. Mis en digestion dans l'ammoniaque à chaud il se dissout et la liqueur laisse déposer des lamelles cristallines prises par le refroidissement.

On obtient le *deutosulfocyanhydrate de cuivre* en traitant le carbonate de cuivre par l'acide sulfocyanhydrique. C'est une poudre d'un noir velouté et anhydre. Mis en digestion avec l'eau, il blanchit peu à peu et souvent très-promptement et se convertit en protosel, et la liqueur renferme à la fin de l'acide sulfocyanhydrique, de l'acide prussique et de l'acide sulfurique.

Le deutosulfocyanhydrate de cuivre est soluble dans l'ammoniaque; par l'évaporation la liqueur laisse déposer des aiguilles blanches qui renferment un atome d'alcali.

Note de M. Rammelsberg. Selon M. Liebig tous les sulfocyanures des métaux pesants donnent par la distillation sèche, un mélange de sulfure et de *mellon*.

J'ai vérifié le fait en employant le sulfocyanhydrate de plomb, mais j'ai trouvé dans le résidu, outre le sulfure de plomb et le mellon, un mélange de charbon libre.

---

51. *Sur l'emploi du* CYANURE DE POTASSIUM *dans l'analyse chimique*; par MM. Haidlen et Fresenius. (Rev. scient., t. 13, p. 99.)

Dans un mémoire publié dans ces derniers temps sur la préparation et l'emploi du cyanure de potassium, M. Liebig a signalé les services importants que ce corps peut rendre comme agent de réduction ou de séparation dans l'analyse chimique; il y a cité un grand nombre de cas où des séparations, pénibles ou incomplètes par les pro-

cédés employés jusqu'alors, s'effectuaient de la manière la plus simple à l'aide du cyanure de potassium. Ces faits légitimaient l'espérance qu'une étude encore plus approfondie de l'action de ce cyanure sur les oxydes, les sulfures métalliques, etc., pourrait ajouter des données intéressantes à l'histoire des combinaisons du cyanogène en général, ainsi qu'à l'analyse chimique en particulier.

Sur l'invitation expresse de M. Liebig, nous avons entrepris, au laboratoire de Giessen, des recherches où nous nous sommes contrôlés réciproquement, avec tout le scrupule qu'exige un travail où rien ne peut se déduire par analogie, mais où tout doit se décider par la voie de l'expérience. Dans le cours de ces recherches, nous avons eu la satisfaction de voir se réaliser nos expériences en grande partie et obtenir des résultats favorables, surtout pour l'analyse.

Avant de passer à la description de nos recherches, nous ferons observer qu'à moins d'une désignation spéciale nous entendons toujours par cyanure de potassium le mélange de cyanure de potassium et de cyanate de potasse, qu'on obtient, suivant M. Liebig, en faisant fondre du cyanoferrure de potassium avec du carbonate de potasse. Nous avons fixé notre attention de préférence sur ce produit, sa préparation étant simple, fort aisée et peu coûteuse.

Pour l'obtenir, on prend sur 8 parties de cyanoferrure de potassium, entièrement débarrassé de son eau de cristallisation, 3 parties de carbonate de potasse. Ce dernier doit être tout à fait sec et parfaitement pur, surtout exempt d'acide sulfurique. Il est convenable d'opérer la fusion dans un

creuset de fer bien couvert, attendu que le cyanure de potassium en fusion traverse aisément les creusets de Hesse et leur enlève toujours une petite quantité de silice. Si, dès le commencement de l'opération, on maintient la chaleur au rouge faible, la réduction et la séparation du fer ne manquent pas de réussir.

Pour servir de réactif, le cyanure de potassium ainsi obtenu doit, après le refroidissement, se présenter sous la forme d'une masse d'un blanc de lait, exempt de grains de fer, et donner à froid avec l'eau distillée une solution limpide et incolore. Elle ne doit point, par l'addition d'un excès d'acide hydrochlorique, laisser de résidu siliceux. Les sels de plomb doivent y former un précipité parfaitement blanc; s'il est d'un aspect sale, cela prouve que le carbonate de potasse avait été mélangé avec du sulfate de potasse, que le cyanure de potassium ramène à l'état de sulfure. Nous avons préparé, pour les réactions, une solution de 1 partie de cyanure de potassium dans 6 à 8 parties d'eau.

Examinons d'abord l'action du cyanure de potassium sur des corps pris isolément, pour passer ensuite aux nouvelles méthodes de distinction et de séparation. Les propriétés du cyanure de potassium permettent d'en faire deux espèces d'applications qui n'ont presque aucun rapport entre elles : en effet, il sert d'abord d'agent de séparation par voie humide, et, en second lieu, de moyen de réduction et de fusion par voie sèche. Cette circonstance nous fait diviser notre travail en deux parties.

I. *Réaction des oxydes et des sulfures métalliques par voie humide.*

Tous les sels, examinés sous ce rapport, furent naturellement employés en solution aqueuse. En général, il nous a paru indifférent que les oxydes fussent unis à tel ou tel acide, et que l'acide prédominât ou non dans la solution.

1. *Potasse*, *soude*, *ammoniaque*. Elles n'éprouvent aucun changement.

2. *Chaux*, *baryte*, *strontiane*. Lorsqu'on ajoute du cyanure de potassium à la solution aqueuse de l'un de leurs sels, il se forme un précipité blanc de carbonate de chaux, de baryte ou de strontiane. Il provient du carbonate alcalin produit par la décomposition du cyanate de potasse qui était contenu dans le cyanure de potassium. L'ébullition favorise la séparation complète des carbonates des terres alcalines. Le cyanure de potassium n'a pas la moindre influence sur ces carbonates, c'est-à-dire que le précipité y est tout aussi insoluble que dans l'eau. Si l'on n'ajoute pas assez de cyanure de potassium pour précipiter complétement les oxydes en question à l'état de carbonates, une partie reste en dissolution avec le cyanure, mais celui-ci se convertit à l'air, et plus vite encore par la chaleur, en carbonate.

3. *Magnésie*. Elle se comporte comme les terres alcalines : seulement il se présente ici cette circonstance qu'il se forme toujours, par la décomposition du cyanate de potasse, un sel ammoniacal qui ne se décompose que par l'ébullition avec du carbonate de potasse, si la précipitation doit être complète.

4. *Alumine.* Elle se précipite complétement. Le précipité d'hydrate d'alumine est entièrement insoluble à froid dans un excès de cyanure de potassium. Une partie se dissout par l'échauffement, mais elle s'en précipite de nouveau par une addition de sel ammoniac.

5. *Manganèse.* Lorsqu'on ajoute à une solution de cyanure de potassium très-peu d'une solution de protoxyde de manganèse, le liquide prend une teinte rouge-brun clair; par l'addition d'une plus grande quantité de sel de manganèse, il se produit un abondant précipité de cyanure de manganèse d'un jaune rouge sale et qui se dissout dans un grand excès de cyanure de potassium. La liqueur rouge-brun obtenue, dont les acides ne séparent plus de cyanure de manganèse, est une solution manganocyanure de potassium; à l'air elle se décolore et se décompose en séparant de l'oxyde de manganèse hydraté. — Le sulfure de manganèse récemment précipité ne se dissout que fort difficilement à chaud dans un grand excès de cyanure de potassium. La solution, d'un léger rouge jaunâtre, renferme du mangano-cyanure et du sulfure de potassium. L'addition d'un excès d'acide hydrochlorique en dégage de l'hydrogène sulfuré et de l'acide prussique, tandis que la solution retient du chlorure de manganèse.

6. *Fer.* Le cyanure de potassium forme un précipité rouge-jaune dans la solution d'un protosel de fer, précipité qui exige un grand excès de cyanure de potassium pour se dissoudre, mais qu'une addition de potasse caustique fait disparaître promptement. Le liquide renferme du ferrocyanure de potassium dont on connaît les réactions.

Dans la solution des persels de fer, le cyanure de potassium occasionne un précipité brun-rouge semblable à l'hydrate de peroxyde de fer, et qui ne se dissout pas entièrement dans un excès de cyanure de potassium. Le liquide renferme du ferrocyanure de potassium.

Le sulfure de fer récemment précipité se dissout difficilement à chaud dans beaucoup de cyanure de potassium; mais si l'on ajoute de la potasse caustique, la solution est prompte et complète. Le liquide, d'un brun jaunâtre, contient alors du ferrocyanure et du sulfure de potassium.

7. *Cobalt.* En ajoutant du cyanure de potassium à la solution d'un protosel de cobalt, on obtient un précipité floconneux de cyanure de cobalt, d'un jaune sale et qui se dissout complétement dans un excès de réactif. Lorsqu'on chauffe la solution, il se produit, en présence d'acide prussique libre, du cobaltocyanide de potassium que ni les acides étendus ni les alcalis n'altèrent.

Le sulfure de cobalt récemment précipité se dissout à chaud dans le cyanure de potassium avec une teinte jaune-brunâtre. Si l'on ajoute à la solution un acide en excès, il se développe de l'hydrogène sulfuré et de l'acide prussique. La solution retient du cobaltocyanide de potassium.

8. *Nickel.* Lorsqu'on mélange un sel de nickel avec du cyanure de potassium, il se forme un précipité de cyanure de nickel, en flocons gélatineux, d'un vert pâle, et qui se déposent lentement; ce précipité se dissout aisément dans un excès de cyanure de potassium. La solution jaune renferme une combinaison double de cyanure de nickel et de cyanure de potassium.

L'acide hydrochlorique, l'acide sulfurique et l'acide nitrique font reparaître le précipité, en décomposant le cyanure de potassium, mais la précipitation n'est jamais complète : il reste toujours une certaine quantité de nickel en dissolution, qu'on précipite à froid ou à chaud. L'acide acétique ne décompose pas le cyanure de potassium et de nickel.

Le sulfure de nickel récemment précipité se dissout aisément à chaud dans une solution de cyanure de potassium. Par l'addition de l'acide acétique, la solution incolore développe de l'acide prussique et de l'hydrogène sulfuré sans se troubler; mais si l'on y ajoute un acide minéral, il se produit en même temps un précipité de cyanure de nickel.

9. *Zinc*. Un sel de zinc, mis en contact avec du cyanure de potassium, donne un précipité blanc et gélatineux de cyanure de zinc, qui se dissout fort aisément dans le cyanure alcalin en formant une combinaison double de cyanure de potassium et de zinc; les acides font reparaître le précipité ; un excès d'acide (et même d'acide acétique) le redissout. Le carbonate de zinc lui-même se dissout aisément dans le cyanure de potassium.

Le sulfure de zinc récemment précipité donne, quand on le chauffe avec une solution de cyanure de potassium, un solution incolore, contenant, outre du sulfure de potassium, la combinaison double de cyanure de potassium et de zinc. L'acide acétique précipite de la solution une partie du zinc à l'état de sulfure, en même temps qu'il développe de l'acide prussique et de l'hydrogène sulfuré.

10. *Cadmium*. Quand on ajoute du cyanure de

potassium à une solution d'un sel de cadmium, il se forme un précipité blanc de cyanure de cadmium qui se comporte exactement comme le cyanure de zinc.

Le sulfure de cadmium est insoluble dans le cyanure de potassium, de sorte que si l'on ajoute de l'hydrogène sulfuré à une solution de cyanure de potassium et de cadmium, tout le càdmium se précipite à l'état de sulfure.

11. *Plomb.* En ajoutant du cyanure de potassium à la solution d'un sel de plomb, on obtient un précipité pesant, en grains fins et blancs, qui se dépose aisément, de manière qu'on peut le recueillir et le laver avec facilité.

L'addition du cyanure de potassium ayant été suffisante, les réactifs (l'hydrogène sulfuré, etc.) ne décèlent plus de plomb dans le liquide filtré.

La chaleur favorise la précipitation. Le précipité est aussi insoluble dans un excès de cyanure que dans l'eau. Il ne renferme pas de cyanogène. L'acide acétique et l'acide nitrique le dissolvent aisément en développant de l'acide carbonique. Si l'on précipite le plomb de la solution par l'hydrogène sulfuré, il reste, par l'évaporation du liquide filtré, une petite quantité d'un sel de potasse.

Le sulfure de plomb est entièrement insoluble dans le cyanure de potassium, même à chaud.

12. *Bismuth.* L'oxyde et le sulfure de ce métal se comportent comme les combinaisons correspondantes du plomb. Le précipité qui se forme par le cyanure de potassium dans les solutions de bismuth, est blanc, lourd, et se recueille aisément sur le filtre. Il renferme aussi toujours un peu de potasse.

13. *Urane.* Lorsqu'on verse dans une solution

de cyanure de potassium un peu d'une solution d'oxyde d'urane, on obtient une solution jaune et limpide. Par l'addition de plus d'urane, il se produit un précipité jaune de cyanide d'urane. Celui-ci ne se dissout à chaud que dans un grand excès de cyanure de potassium. Les acides n'occasionnent pas de précipité dans la solution jaune.

Cette réaction, que l'urane partage avec le fer, le cobalt, etc., ainsi que d'autres circonstances encore, nous amène à cette conclusion, qu'il existe pour l'urane une combinaison analogue au ferrocyanure et au cobaltocyanide de potassium, etc. Nous sommes en ce moment encore occupé de son examen.

14. *Cuivre.* Si l'on ajoute du cyanure de potassium à la solution d'un deutosel de cuivre, il se produit un précipité vert-jaunâtre de cyanide de cuivre, fort soluble dans un excès de cyanure. Les acides produisent dans la solution jaune un précipité blancde cyanure de cuivre qui se redissout dans un excès d'acide.

Le sulfure de cuivre se dissout aisément dans le cyanure de potassium.

La solution jaune renferme du sulfure de potassium, ainsi que du cyanure de potassium et de cuivre. Au bout de quelque temps, elle se décolore sans se troubler. Si l'on y ajoute un excès d'acide sulfurique ou hydrochlorique, le cyanure double et le sulfure de potassium se décomposent. Tout le cuivre se précipite à l'état de sulfure, et tout l'acide prussique se dégage.

15. *Mercure.* En ajoutant du cyanure de potassium aux protosels de mercure, on obtient un précipité gris de mercure métallique, tandis que du cyanide de mercure reste en solution.

En raison de la grande affinité que le mercure présente pour le cyanogène, l'oxyde de mercure forme, dans toutes les circonstances, du cyanide lorsqu'il est mis en contact avec du cyanure de potassium. En présence d'un excès de ce dernier, le cyanide forme avec lui une combinaison double. Le cyanide de mercure n'est pas décomposé par l'ébullition avec des acides oxygénés étendus.

Les deux sulfures de mercure sont insolubles dans le cyanure de potassium.

Lorsqu'on fait passer de l'hydrogène sulfuré dans du cyanure de potassium, tout le mercure se précipite à l'état de sulfure.

16. *Argent*. Lorsqu'on mélange un sel d'argent avec du cyanure de potassium, il se produit un précipité blanc et caillebotteux de cyanure d'argent, qui se dissout aisément dans un excès de cyanure. Si l'on ajoute de l'acide nitrique à la solution, tout le cyanure d'argent se dépose complétement. Un excès d'acide ne le dissout pas.

Le chlorure d'argent est fort soluble dans le cyanure de potassium, mais le sulfure d'argent ne s'y dissout pas.

17. *Or*. En ajoutant du cyanure de potassium à du chloride d'or, on obtient un précipité jaune et cristallin de cyanure d'or qui se dissout dans un excès de cyanure de potassium; l'acide hydrochlorique fait reparaître le précipité en décomposant le cyanure de potassium; un excès d'acide le dissout.

18. *Platine*. Lorsqu'on mélange du bichlorure de platine avec du cyanure de potassium, il se produit un précipité cristallin et jaune de cyanide

de platine, et qui se dissout à chaud dans un excès de cyanure de potassium.

Les acides font reparaître le précipité, en décomposant le cyanure; l'acide hydrochlorique et l'acide nitrique le dissolvent. L'ammoniaque précipite de la solution acide du chloroplatinate d'ammoniaque.

19. *Etain.* Le protochlorure et le deutochlorure d'étain donnent avec le cyanure de potassium des précipités de protoxyde et de deutoxyde hydratés. Le liquide renferme toujours un peu d'étain en dissolution, ainsi qu'on peut le prouver par l'hydrogène sulfuré, après avoir fait bouillir le liquide filtré avec un excès d'acide hydrochlorique.

En traitant le sulfure d'étain par un grand excès de cyanure de potassium, à l'ébullition il s'en dissout un peu; par l'addition d'un acide à la liqueur filtrée, la plus grande partie se sépare à l'état de sulfide. Lorsqu'on chauffe le sulfide d'étain avec du cyanure de potassium, on obtient l'étain en partie en solution, en partie à l'état d'un précipité d'oxyde hydraté.

20. *Antimoine.* Le protochlorure d'antimoine se comporte comme le protochlorure d'étain. Le sulfure d'antimoine se dissout par l'ébullition prolongée avec du cyanure de potassium. Le sulfide d'antimoine se dissout aisément dans une solution de cyanure de potassium; les acides l'en reprécipitent sans altération.

21. *Chrôme.* En mélangeant une dissolution d'oxyde de chrôme avec du cyanure de potassium, on obtient un précipité vert, qui se dissout par l'échauffement dans un excès de ce dernier, en donnant un liquide jaune d'où les acides ne préci-

pitent rien. Ce liquide renferme, comme M. Boeckmann l'a déja prouvé, du chromocyanide de potassium.

Nous avons aussi examiné les réactions de quelques acides métalliques avec le cyanure de potassium, savoir, des acides arsénieux, tellureux, tétanique, tungstique et molybdique. Les réactions, comme on pouvait le prévoir, étaient semblables à celles que la potasse détermine.

Si maintenant nous rangeons les métaux examinés jusqu'ici, d'après la manière dont ils se comportent avec le cyanure de potassium, il en résulte deux divisions principales.

A. *Métaux qui, par le mélange de leurs sels avec le cyanure de potassium, ne forment pas de combinaison avec le cyanogène.* Cette série est formée :

(a) De ceux qui ne sont pas précipités par le cyanure de potassium (potasse, soude, ammoniaque);

(b) De ceux qui ne sont précipités qu'en partie par le cyanure de potassium (antimoine, étain);

(c) De ceux que le cyanure de potassium sépare complétement de leurs dissolutions (chaux, baryte, strontiane, magnésie, alumine, plomb et bismuth).

B. *Métaux qui, par le mélange de leurs dissolutions avec le cyanure de potassium, se transforment en cyanures.* Ils se partagent en trois groupes, savoir :

(a) Ceux dont les cyanures ne sont pas solubles dans l'eau, mais se dissolvent dans le cyanure de

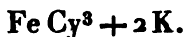
potassium, de telle sorte qu'il en résulte des combinaisons binaires du second ordre :



$$M\,Cy + K\,Cy.$$

solubles dans l'eau. Les acides précipitent les cyanures métalliques de leurs dissolutions en décomposant le cyanure de potassium. Ces cyanures sont ou insolubles dans l'acide nitrique (cyanure d'argent), ou peu solubles (cyanure de nickel), ou fort solubles (cyanures de cuivre, de zinc, de cadmium et de palladium, cyanide de platine).

(b) Ceux dont les cyanures sont insolubles dans l'eau, mais se dissolvent dans un grand excès de cyanure de potassium. Il en résulte des combinaisons où l'on peut se représenter tout le cyanogène comme uni au métal pour former un radical composé, et celui-ci au potassium, pour produire une combinaison binaire de premier ordre :



$$Fe\,Cy^3 + 2\,K.$$

Les acides ne séparent pas de cyanures métalliques de ces combinaisons (fer, cobalt, magnésie, chrôme, urane).

(c) Mercure dont le cyanure est soluble dans l'eau.

En jetant un coup d'œil sur ce que nous venons d'exposer, il est aisé de voir les nombreuses applications dont le cyanure de potassium est susceptible dans l'analyse, et la facilité avec laquelle il permet de différencier les divers groupes de corps. Notre tâche ne peut pas être d'énumérer tous les cas où ce cyanure peut trouver de l'emploi dans l'analyse, mais nous nous bornerons à décrire ceux où il semble mériter la préférence sur d'autres moyens de séparation.

Emploi du cyanure de potassium dans l'analyse qualitative.

1. Le cyanure de potassium est sans contredit préférable à tous les autres réactifs pour reconnaître le nickel mélangé avec du cobalt. On ajoute du cyanure de potassium à la dissolution acidulée des deux métaux, jusqu'à ce que le nouveau précipité se soit redissous dans un excès de cyanure, puis on y verse de l'acide sulfurique étendu, on chauffe et l'on abandonne le tout au repos. Un précipité, qui se forme aussitôt ou au bout de quelque temps, peu importe que ce soit du cyanure ou du cobaltocyanide de nickel, démontre la présence de ce métal d'une manière évidente.

2. Ce même sel fournit un très-bon moyen de séparer les quatre métaux qu'on obtient réunis, dans la marche ordinaire de l'analyse, en dissolution dans l'acide nitrique, savoir, le plomb, le bismuth, le cuivre et le cadmium. On ajoute à la dissolution un excès de cyanure de potassium; le plomb et le bismuth se séparent complétement et peuvent aisément être séparés au moyen de l'acide sulfurique; le cuivre et le cadmium se dissolvent. On ajoute à la solution un excès d'hydrogène sulfuré, on chauffe et l'on ajoute encore un peu de cyanure : un précipité jaune démontre la présence du cadmium. A la liqueur filtrée on ajoute de l'acide hydrochlorique : un précipité noir indique la présence du cuivre.

Emploi du cyanure de potassium dans l'analyse quantitative.

Toutes les méthodes que nous indiquons permettent une séparation absolue.

1. *Séparation du zinc d'avec la chaux, la baryte et la strontiane.* On ajoute du carbonate de potasse à la dissolution jusqu'à réaction alcaline, puis un excès de cyanure de potassium, et l'on chauffe. Les carbonates des terres alcalines restent complétement à l'état insoluble; le carbonate de zinc se dissout avec facilité. On fait bouillir la dissolution dans un petit matras avec de l'acide hydrochlorique, en y ajoutant de l'acide nitrique jusqu'à ce que l'acide prussique soit expulsé, et l'on précipite le zinc, par du carbonate de soude, en observant les précautions exigées par la présence d'un sel ammoniacal.

2. *Du zinc d'avec la magnésie.* On précipite par du carbonate de potasse, on ajoute une quantité suffisante de cyanure de potassium pour redissoudre le zinc, et l'on évapore le tout à siccité en faisant bouillir et en ajoutant une portion de carbonate de potasse. Lorsqu'on traite ensuite le résidu par l'eau, la magnésie reste à l'état insoluble, et le zinc passe dans la dissolution sous forme de cyanure de potassium et de zinc.

3. *Du zinc d'avec l'alumine.* On ajoute à la dissolution un excès de cyanure de potassium, en évitant l échauffement. Le zinc se dissout et l'on obtient un résidu d'alumine hydratée.

4. *Du cobalt d'avec le manganèse.* Cette séparation a déjà été indiquée par M. Liebig (1).

5. *Du cobalt d'avec la chaux, la baryte, la strontiane.* On mélange la dissolution acidulée avec un excès de cyanure de potassium, on chauffe, et, après avoir ajouté du carbonate de potasse, on fait bouillir. On sépare ensuite, à

(1) *Annales des mines*, tome 2, page 152.

l'aide du filtre, le cobaltocyanide de potassium d'avec les carbonates des terres alcalines.

6. *Du cobalt d'avec l'alumine*. On procède comme pour séparer le zinc de la même base.

7. *Du cobalt d'avec la magnésie*. On l'en sépare de la même manière que le zinc.

On peut, ainsi que M. Liebig l'a déjà dit, extraire le cobaltocyanide de potassium en faisant fondre ce sel avec du nitre ; de cette manière le métal peut se peser directement. Le résidu noir d'oxyde de cobalt qui reste dans le traitement par l'eau de la masse fondue, doit, pour que la détermination soit rigoureuse, être dissous dans un acide. La potasse caustique est, comme on sait, le meilleur réactif pour précipiter le cobalt d'une dissolution.

8. *Du cobalt d'avec le nickel*. Voir le mémoire déjà cité.

9. *Du cobalt d'avec le zinc*. On ajoute du cyanure de potassium à la dissolution, jusqu'à ce que le précipité de cyanure de cobalt et de cyanure de zinc qui se forme d'abord, se soit complétement redissous dans un excès de cyanure de potassium. On ajoute alors un excès d'acide hydrochlorique à la dissolution jaunâtre et transparente des cyanures doubles; on obtient ainsi, dans tous les cas, un précipité blanc de cobaltocyanide de zinc. Dans le cas d'un excès de zinc, il reste en dissolution du chlorure de zinc, et dans celui d'un excès de cobalt il y reste du cobaltocyanide de potassium. On fait bouillir jusqu'à ce que le précipité soit complétement dissous et l'acide prussique expulsé. On ajoute alors de la potasse caustique jusqu'a ce que le précipité de cobaltocyanide de zinc formé d'abord, soit redissous, et l'on

chauffe, puis on précipite le zinc par l'hydrogène sulfuré. On a ainsi, dans la liqueur filtrée, du cobaltocyanide de potassium exempt de zinc, et dont on détermine le cobalt par la méthode indiquée plus haut.

Il est facile de voir qu'on peut aussi, à l'aide du cyanure de potassium, séparer d'une manière absolue le nickel, le zinc et le cobalt lorsqu'ils se trouvent ensemble. On procède d'abord comme on vient de le dire; après l'addition de la potasse caustique, on fait bouillir, jusqu'à ce que toute l'ammoniaque soit chassée. On obtient ainsi un précipité d'oxyde de nickel mélangé de zinc, et, dans la dissolution alcaline, du cobaltocyanide de potassium avec la majeure partie du zinc. On précipite la liqueur filtrée par de l'hydrogène sulfuré, pour séparer le cobalt et le zinc. Après avoir fait dissoudre dans l'acide acétique l'oxyde de nickel mélangé de zinc, on en précipite le zinc par l'hydrogène sulfuré, et l'on jette le précipité sur un filtre avec le sulfure obtenu en premier lieu. A l'aide de la potasee, on précipite l'oxyde de nickel de la solution acétique.

10. *Du nickel d'avec la chaux, la baryte et la strontiane.* On ajoute un excès de cyanure à la solution, puis du carbonate de potasse; après avoir chauffé, on sépare, à l'aide du filtre, la solution du cyanure double de potassium et de nickel d'avec les carbonates des terres alcalines. On fait bouillir pendant longtemps le liquide filtré avec de l'acide hydrochlorique jusqu'à expulsion complète de l'acide prussique : c'est à ce signe qu'on reconnaît la décomposition entière des cyanures. La dissolution renferme du chlorure de nickel, de sorte qu'en ajoutant de la potasse et faisant bouillir

jusqu'à ce que toute l'ammoniaque produite par la décomposition du cyanate de potasse se soit dégagée, on obtient tout le nickel à l'état d'oxyde hydraté.

11. *Du nickel d'avec la magnésie.* On procède comme pour séparer le zinc de cette base.

12. *Du nickel d'avec l'alumine.* Cette séparation s'effectue comme celle du zinc.

13. *Du plomb d'avec le cadmium.* On ajoute à la dissolution un excès de cyanure, et l'on chauffe. Tout le plomb se sépare, tandis que le cadmium se dissout à l'état de cyanure double de potassium et de cadmium. A l'aide de l'hydrogène sulfuré, on peut précipiter ce dernier de la dissolution ; on peut aussi la faire bouillir avec de l'acide hydrochlorique jusqu'à expulsion complète de l'acide prussique, et précipiter par du carbonate de potasse. Comme le précipité plombique renferme toujours de la potasse, on le dissout dans de l'acide nitrique et on le précipite par de l'oxalate ou du carbonate d'ammoniaque.

14. *Du bismuth d'avec le cadmium.* On procède exactement comme pour la séparation du plomb d'avec le cadmium. Le précipité de bismuth contient aussi toujours de la potasse ; il faut donc la dissoudre dans de l'acide nitrique et précipiter le bismuth de la dissolution par du carbonate d'ammoniaque.

15. *Du cuivre d'avec le bismuth.* Cette séparation s'opère absolument comme celle du cadmium d'avec le bismuth. On transforme, par une longue ébullition avec de l'acide hydrochlorique mélangé d'acide nitrique, le cyanure double de cuivre et de potassium en chlorure de cuivre, et l'on précipite le cuivre par la potasse. Les sulfures de ces métaux

se laissent aussi séparer complétement par la dissolution du cyanure de potassium. Le sulfure de cuivre se dissout aisément et d'une manière complète, tandis que le sulfure de bismuth ne se dissout pas.

16. *Du cuivre d'avec le plomb.* On procède exactement comme pour le cuivre et le bismuth. Les deux méthodes citées pour ces derniers s'appliquent aussi dans ce cas-ci.

17. *Du cuivre d'avec le cadmium.* On ajoute du cyanure de potassium à la liqueur jusqu'à ce que les précipités qui se forment se soient redissous, puis on dirige de l'hydrogène sulfuré dans la solution renfermant les cyanures doubles de potassium et de cuivre, de potassium et de cadmium. Le sulfure de cadmium se précipite complétement, tandis que tout le sulfure de cuivre reste en dissolution, si l'on chasse par la chaleur l'excès d'hydrogène sulfuré, et qu'on y ajoute encore un peu de cyanure de potassium.

On peut précipiter le sulfure de cuivre à l'aide de l'acide hydrochlorique; toutefois il vaut mieux le faire bouillir avec de l'eau régale et précipiter par la potasse.

18. *De l'argent d'avec le plomb.* On fait chauffer avec un excès de cyanure de potassium. Le plomb reste dans le résidu; l'argent se dissout à l'état de cyanure double de potassium et d'argent; on sépare le cyanure d'argent à l'aide de l'acide nitrique, et on le pèse sous cette forme.

19. *De l'argent d'avec le cuivre.* On ajoute du cyanure de potassium jusqu'à ce que les précipités soient redissous, et l'on précipite l'argent de cette dissolution au moyen de l'hydrogène sulfuré;

après avoir chassé l'excès de ce gaz par la chaleur, on ajoute de nouveau un peu de cyanure de potassium, et alors le cuivre reste entièrement en dissolution. On peut aussi ajouter un excès d'acide nitrique à la dissolution des deux métaux dans le cyanure; cet acide sépare complétement le cyanure d'argent et dissout le cyanure de cuivre. On fait bouillir la dissolution jusqu'à expulsion de tout acide prussique, et l'on précipite le cuivre par la potasse.

20. *De l'argent d'avec le cadmium*. On ajoute du cyanure du potassium jusqu'à ce que les précipités soient redissous, et l'on précipite le cyanure d'argent par un excès d'acide nitrique; l'on décompose facilement le cyanure de cadmium en le dissolvant. On le précipite de la dissolution par du carbonate de potasse, après avoir chassé tout l'acide prussique par l'ébullition.

21. *De l'argent d'avec le bismuth*. Le procédé est le même que pour la séparation de l'argent d'avec le plomb. Bien que l'argent soit si facile à séparer, par l'acide hydrochlorique, du bismuth, du cuivre et du cadmium, il est certaines circonstances, surtout la présence du plomb, qui pourraient rendre cette séparation très-difficile. Dans les cas de ce genre, on arrive au but d'une manière fort simple au moyen du cyanure de potassium.

22. *Du mercure d'avec l'argent*. La même observation s'applique à la séparation de ces deux métaux par le cyanure de potassium. Dans tous les cas, le mercure doit d'abord être transformé en bioxyde; ensuite on y ajoute un excès de cyanure de potassium jusqu'à ce que le nouveau précipité soit redissous. De cette manière, on a en dissolution des

cyanures doubles de potassium et d'argent, de potassium et de mercure. On y ajoute alors un excès d'acide qui décompose les deux combinaisons doubles, de sorte que tout le cyanure de potassium passe à l'état de nitrate de potasse. Le cyanure d'argent insoluble se sépare, tandis que celui de mercure reste en dissolution. On le précipite à l'état de sulfure par le gaz sulfhydrique.

23. *Du mercure d'avec le cuivre.* Le procédé est le même que pour le cadmium et le cuivre.

24. *Du mercure d'avec le plomb.* On chauffe avec un excès de cyanure de potassium. Le plomb reste complétement dans le résidu, tandis que le mercure se dissout; on le précipite à l'état de sulfure.

25. *Du mercure d'avec le bismuth.* Comme la séparation des deux précédents.

26. *Du mercure d'avec le cadmium.* On verse du cyanure de potassium jusqu'à ce que le nouveau précipité soit redissous; ensuite, après avoir ajouté un excès d'acide nitrique fort étendu, on fait bouillir. Le cyanure de mercure n'est pas décomposé, mais le cyanure de potassium et le cyanure de cadmium se transforment en nitrates. Après avoir chassé tout l'acide prussique, on précipite le cadmium par du carbonate de potasse, puis on filtre et l'on sépare le mercure par l'hydrogène sulfuré.

27. *Du platine d'avec le plomb et le bismuth.* On ajoute un excès de cyanure de potassium. Le plomb et le bismuth se précipitent. Le platine se dissout à l'état de cyanure double de platine et de potassium. On fait bouillir le liquide avec de l'acide hydrochlorique jusqu'à expulsion complète de l'acide prussique; après avoir ajouté de l'alcool,

on précipite le platine par l'ammoniaque à l'état de chloro-platinate.

La question de savoir comment il faut procéder lorsqu'il s'agit de la séparation de plusieurs métaux, se résout d'elle-même par ce que nous venons d'exposer.

II. *Action du cyanure de potassium sur les oxydes, les sulfures, les sels, etc., par la voie sèche.*

Le cyanure de potassium peut s'employer de deux manières par la voie sèche :

1° Comme réactif au chalumeau;

2° Comme moyen de réduction dans le creuset ou dans le tube de verre.

Nous avons, sous ce double rapport, étudié son action sur un grand nombre d'oxydes, de sulfures, de sels, etc., mais nous ne citerons que les résultats qui paraissent offrir de l'intérêt en eux-mêmes ou pour l'analyse chimique. Dans ces expériences, nous nous sommes servi tantôt du cyanure de potassium sans mélanges, tantôt d'un mélange de parties égales de carbonate de soude anhydre et de cyanure de potassium. Les détails se trouveront indiqués à chaque expérience.

Au chalumeau, nous avons toujours employé ce mélange à cause de la trop grande fusibilité du cyanure de potassium. Ce mélange offre en général tant de rapports avec le carbonate de soude pur qu'il nous semble inutile d'en parler d'une manière spéciale; nous ne saurions toutefois passer sous silence quelques avantages qn'il a sur ce dernier. D'abord les réductions se font avec une facilité tellement extraordinaire que des opérateurs, même peu exercés, sont en état d'exécuter sans peine des réductions autrement assez difficiles,

comme celle de l'oxyde ou du sulfure d'étain, etc.; ensuite le mélange de cyanure et de carbonate, une fois fondu, se retire si promptement dans le charbon qu'on peut toujours reconnaître de la manière là plus évidente les parcelles métalliques qui ont été réduites, les isoler avec facilité et les soumettre à d'autres essais.

L'action du cyanure de potassium sur les nitrates et les chlorates est toute particulière. Fondus avec ce corps, ces sels se décomposent avec une forte explosion et avec ignition : aussi faut-il user de beaucoup de précaution lorsqu'on opère avec de grandes quantités, surtout avec des chlorates. Voilà donc un réactif très-sensible pour découvrir ces sels par la voie sèche. Si on mélange avec du cyanure de potassium et qu'on chauffe sur la lame de platine, il en résulte toujours, même avec des quantités infiniment faibles, une détonation et un dégagement de lumière encore fort sensibles.

Les propriétés réductives du cyanure de potassium fondu avec les oxydes et les sulfures métalliques, ont déjà été signalées par M. Liebig. Nous nous sommes assuré qu'elles permettent aussi les applications suivantes :

1. *Découverte de l'arsenic dans le sulfure d'antimoine brut.* On sait que dans l'essai au chalumeau du sulfure d'antimoine arsénifère, il n'est pas toujours possible de reconnaître l'odeur alliacée de l'arsenic, masquée le plus souvent par celle du gaz sulfureux. On a, par cette raison, proposé de réduire d'abord l'antimoine en le faisant fondre avec du fer, du sulfate de soude et du charbon, ou par tout autre procédé, et de l'essayer ensuite au chalumeau. Cet essai ne laisserait rien à désirer si la formation du culot métallique

n'exigeait pas une si haute température, assez incommode pour des recherches en petit. Le cyanure de potassium obvie à cet inconvénient, car en moins de quelques minutes, il donne un culot bien fondu, si l'on en chauffe 3 ou 4 parties avec le sulfure d'antimoine en poudre, dans un creuset de porcelaine et sur une lampe à esprit-de-vin. Il ne se perd pas plus d'arsenic dans cette réduction que par l'autre procédé.

2. *Préparation des miroirs métalliques avec les combinaisons arsénicales.* Un mélange de parties égales de carbonate de soude et de cyanure de potassium fournit un excellent moyen pour la réduction des arsénites et des arséniates. On introduit la combinaison arsénicale parfaitement sèche dans un petit tube terminé en boule à l'un des bouts, et l'on répand par dessus environ six fois autant du mélange préalablement séché. On n'en met que jusqu'à un peu plus de la moitié de la boule, autrement la masse en fusion s'élèverait dans le tube. La réduction s'effectue à l'aide d'une lampe à alcool. Tous les arsénites et arséniates, dont les bases sont irréductibles ou se réduisent en arséniures qui perdent par la chaleur la totalité de l'arsenic, donnent des miroirs métalliques quand on les fait fondre avec du cyanure de potassium. Les combinaisons suivantes nous ont fourni les plus beaux miroirs : acide arsénieux, sulfure d'arsenic, arséniates de potasse, de baryte, de chaux, d'argent, arsénite de cuivre. Les arséniates de peroxyde de fer et de plomb n'ont pas donné de miroirs, ou n'en ont donné que d'imparfaits. Cette méthode de réduction des combinaisons arsenicales mérite une attention toute particulière à cause de sa simplicité, de la sûreté du résultat,

même avec des doses d'arsenic très-faibles, et de la promptitude avec laquelle elle peut être mise à exécution.

Outre les propriétés réductives qui donnent un si haut prix au cyanure de potassium, ce sel possède encore une efficacité spéciale comme fondant. A ce titre, il nous paraît offrir quelques avantages dans les cas suivants.

Décomposition des sulfates à bases de terres alcalines.

En faisant fondre du sulfate de chaux, de baryte ou de strontiane avec quatre ou cinq fois son poids du mélange de carbonate de soude et de cyanure de potassium, on obtient, par la dissolution dans l'eau, du sulfate de soude et les carbonates des terres alcalines. La décomposition s'effectue comme par l'emploi de la soude pure. Mais la présence du cyanure de potassium très-fusible a cet avantage, qu'on n'a pas besoin, comme avec le carbonate de soude et le carbonate de potasse, d'employer un creuset de platine et de chauffer très-fort; il suffit d'un creuset de porcelaine et d'une lampe à esprit-de-vin. Cette méthode, bien que moins commode pour l'analyse quantitative, présente néanmoins des avantages dans l'analyse qualitative.

Décomposition des silicates.

Le cyanure de potassium n'agit aussi dans ce cas que comme fondant très-fusible, et permet ainsi de décomposer des silicates réduits en poudre fine dans le creuset de porcelaine, à l'aide de la lampe à esprit-de-vin; nous avons fait l'expérience avec du sable, du verre, etc. Cette pro-

priété offre souvent de grands avantages dans l'analyse qualitative. Pour une partie de silicate on prend 5 parties du mélange de carbonate de soude et de cyanure de potassium.

Séparation des combinaisons insolubles dans l'eau et les acides, pour les essais qualitatifs.

Dans les essais qualitatifs, après l'extraction des substances solubles dans l'eau et les acides, on obtient finalement celles qui y sont insolubles, telles que le sulfate de plomb, le sulfate de baryte et la silice. La séparation de ces derniers corps présente quelques difficultés, en ce qu'il est difficile d'enlever complétement le plomb par la voie humide, et que d'ailleurs la lampe à esprit-de-vin ne donne pas la chaleur nécessaire à la décomposition par la soude dans le creuset de porcelaine; à une température plus élevée celui-ci serait lui-même attaqué. Le mélange de cyanure de potassium et de carbonate de soude remédie entièrement à cet inconvénient. En effet, si l'on fait fondre les substances indiquées avec quatre ou cinq fois leur poids du mélange, le sulfate de plomb se réduit, le sulfate de baryte passe à l'état de carbonate, et la silice se combine avec l'alcali; en traitant ensuite le tout par l'eau, on obtient ce dernier en dissolution.

L'acide acétique, versé sur le résidu, dissout le carbonate de baryte. Le plomb à l'état de métal ne se dissout pas.

Après avoir exposé dans ce mémoire les résultats les plus essentiels de nos recherches sur le cyanure de potassium, nous croyons pouvoir exprimer la conviction que ce sel est appelé à occuper un rang distingué parmi les plus importants

auxiliaires de l'analyse, à cause des applications particulières et nombreuses dont il est susceptible.

---

52. *Nouvelle combinaison du* CYANOGÈNE; par M. Meillet (Journ. de Pharm., t. 3, p. 443.)

Aurocyanogène. Aurocyanure de potassium. Ce sel s'obtient en ajoutant à du cyanure de potassium bien pur, préparé par la méthode de M. Liebig, une solution saturée de chlorure d'or parfaitement neutre ou évaporé; par refroidissement le sel cristallise en paillettes très-blanches ayant l'éclat nacré; le chlorure de potassium et l'excès de cyanure restent dans les eaux mères. Ce sel dore beaucoup mieux par la pile, que les dissolutions qu'on emploie actuellement dans les arts.

Platino-cyanogène. Platino-cyanure de potassium. On verse dans une dissolution saturée de cyanure de potassium du chlorure de platine concentré, et il se forme de suite un précipité de chlorure de platine et de potassium mélangé de cyanure; on chauffe jusqu'à l'ébullition et alors ce dernier sel se redissout avec une effervescence très-vive, due à un fort dégagement de carbonate d'ammoniaque. On laisse refroidir et le platino-cyanure de potassium cristallise en aiguilles bleues gorge de pigeon par réflexion, et jaunes par transmission.

Cupro-cyanogène. Cupro-cyanure de potassium. Il se prépare en dissolvant du cyanure ou du carbonate de cuivre à chaud dans le cyanure de potassium et évaporant. Par refroidissement, il cristallise en belles aiguilles blanches.

Argento-cyanogène. Argento-cyanure de potassium. Ce sel cristallise facilement en tables carrées analogues au chlorate de potasse. Il s'obtient en dissolvant à saturation du cyanure d'argent dans le cyanure de potassium; on filtre ou évapore, et le sel cristallise.

Acide argento-cyanhydrique. On le prépare en dissolvant du cyanure d'argent dans du sulfure de barium et précipitant la baryte par l'acide sulfurique. C'est un acide jaunâtre, assez stable, ayant une odeur d'acide cyanhydrique. Il est très-faible, mais néanmoins il se combine très-bien avec les bases alcalines.

Hydrargyro-cyanure de potassium. On le prépare comme les précédents. Il est blanc, très-soluble et en petits cristaux grenus.

On peut obtenir des combinaisons semblables avec le cobalt, le nickel, le cadmium, etc.

---

53. *Mémoire sur des combinaisons nouvelles de* BORE *et d'*AZOTE *avec différents* MÉTAUX; par M. Balmain. (Philos. Maga., n. 138.)

Pour obtenir la combinaison $B^2 N^2 K^3$ on prend 7 p. d'acide borique anhydre, réduit en poudre très-fine, que l'on mêle avec 20 p. de cyanure de potassium privé d'eau, et autant que possible de cyanure de fer et de cyanate de potasse. On introduit le mélange dans un creuset brasqué, également bien desséché, et que l'on recouvre d'un couvercle percé, et l'on chauffe pendant une heure au rouge blanc. On trouve dans le creuset refroidi une matière blanche et friable, qui est infusible, insoluble dans l'eau, dans les alcalis liquides et dans les acides, même concentrés. L'air

ne l'altère pas et l'on peut la débarrasser d'un mélange de cyanure de potassium qu'elle contient quelquefois au moyen de l'eau. Chauffée avec de la potasse ou de la soude caustique, il se dégage de l'ammoniaque en abondance. Elle n'est pas attaquée par le potassium même en chauffant légèrement, elle n'est pas altérée non plus par l'hydrogène, le soufre, le chlore, le sublimé corrosif, ni même par l'acide fluorhydrique; mais la vapeur d'eau la décompose à une température peu élevée, ainsi que tous les corps qui contiennent de l'eau, en donnant naissance à de l'ammoniaque. De tous les *boroazotures*, c'est celui de zinc que l'on obtient le plus facilement : il faut prendre pour cela 1 p. d'acide borique et 2 p. de cyanure de zinc. Sa formule est $B^2N^3Z^2$.

En chauffant au rouge blanc dans un creuset 1 at. de boroazoture de zinc, avec 2 at. d'un chlorure métallique quelconque, il se forme du chlorure de zinc et un boroazoture du métal employé.

Le boroazoture de mercure est volatil, et se dissout bien dans l'eau et même dans l'alcool.

---

54. *Mémoire sur l'*ÉMÉTIQUE ARSÉNIQUÉ; par M. Pelouze. (Ann. de Chim., t. 6, p. 63.)

M. Mitscherlich a fait voir que l'on peut remplacer dans l'émétique l'oxyde d'antimoine par l'acide arsenieux, et que la forme cristalline du nouvel émétique que l'on obtient de la sorte est la même que celle de l'émétique ordinaire.

MM. Soubeiran et Capitaine ont obtenu d'un autre côté un émétique ferrique, et enfin M. Ha-

gen a remplacé la potasse de l'émétique antimonieux par l'oxide d'ammonium.

Tous ces faits ont démontré l'existence d'une série d'émétiques analogue à la série des aluns; mais je vais faire connaître une combinaison nouvelle qui n'appartient pas à cette classe, et dans laquelle l'oxide ou l'acide à 3 équivalents d'oxigène de ces sels, est remplacé par un acide qui en renferme cinq. On l'obtient comme il suit :

On dissout de l'acide arsenique dans cinq ou six fois son poids d'eau, et l'on met la dissolution en contact avec de la crême de tartre en poudre fine. La combinaison s'effectue immédiatement; mais on la facilite en faisant bouillir; la liqueur limpide contenant un excès d'acide arsénique, laisse précipiter en se refroidissant le nouvel émétique; mais il vaut mieux verser de l'alcool dans la liqueur claire. Il s'y dépose aussitôt une poudre blanche, tantôt amorphe, tantôt cristalline. On la lave rapidement avec de l'alcool, puis on l'expose à l'air où elle se dessèche. Elle a pour formule $C^4H^2O^5KO, C^3H^2O^5, ArO^5, 5H^2O$.

A 130° cet émétique perd ses 5 équivalents d'eau de cristallisation, et si l'on augmente la chaleur, il ne tarde pas à se colorer fortement et il se décompose.

Il est très-soluble dans l'eau, mais cette dissolution présente une grande instabilité; abandonnée à elle-même, elle se détruit peu à peu et laisse déposer des cristaux de crême de tartre, tandis que l'acide arsénique reste dissous. Un excès d'acide arsénique empêche cette décomposition et le rend beaucoup plus stable. L'alcool le précipite de la dissolution aqueuse avec une com-

position constante, quand il est mêlé avec de l'acide arsénique en excès.

---

55. *Solubilité du* SEL MARIN *dans l'alcool aqueux*; par M. Kopp. (Revue scient., t. 9, p. 90.)

100 p. en poids d'alcool aqueux, formé d'un mélange d'alcool de 0,840 à 150, et d'eau, dissolvent à la température de 25° c. les quantités suivantes de sel marin.

Quantités d'alcool à 0,840.	Quantités d'alcool absolu.	Quantités de sel marin.
0	0,0	35,70
10	8,4	30,49
20	16,7	24,84
30	25,1	49,30
40	33,4	16,08
50	41,8	13,28
60	50,2	11,28
70	58,5	7,96
80	66,9	5,95
90	75,2	3,75
100	83,6	1,59

---

56. *Sur la présence de l'iode dans le* NITRATE DE SOUDE NATUREL *et dans l'*ACIDE NITRIQUE du commerce. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 201.)

Le nitrate de soude naturel contient une très-petite quantité d'iodure et une proportion plus forte d'iodate. On y reconnaît aisément la présence de l'iode, en y ajoutant d'abord une petite quantité d'une dissolution d'amidon, et ensuite un peu d'acide sulfurique et d'acide sulfureux.

Dans l'acide nitrique du commerce l'iode est à la fois à l'état d'acide iodique et d'acide iodhydrique.

En versant de l'acide sulfurique sur le nitrate naturel, il se forme du sulfate de soude, l'acide nitrique et l'acide iodique sont mis à nu, l'iodure est réduit, puis l'acide nitrique réagit sur l'iode et le fait passer à l'état d'acide iodique. L'acide nitrique, qui est volatil, passe à la distillation; Quand l'acide nitrique est volatilisé en totalité, la température s'élève, et alors l'acide iodique est décomposé en oxygène et iode. L'acide nitrique étant décomposé, l'iode paraît dans le récipient et se dissout dans l'acide nitrique, qu'il colore, l'acide nitrique réagit peu à peu sur l'iode, et, au bout de quelques jours, il ne contient plus d'iode libre, mais bien, d'une part, de l'acide iodique provenant de la réaction de l'acide nitrique sur l'iode, et, d'autre part, de l'acide iodique et de l'acide iodhydrique, provenant de la décomposition d'une très-petite quantité d'eau par l'iode. De là vient que l'acide nitrique du commerce concentré contient de l'iode, tandis que l'acide étendu n'en contient pas.

---

57. *Sur la formation du* SESQUICARBONATE DE SOUDE; par M. Hermann. (J. fur Chem.)

M. H. Rose a montré que par l'ébullition le bicarbonate de soude perd la moitié de son acide carbonique et ne produit pas de sesquicarbonate. On peut obtenir ce dernier sel : 1° en faisant rapprocher rapidement par l'ébullition une dissolution concentrée de bicarbonate de soude dont on empêche ainsi le second atome d'acide carbonique de se dégager en totalité; 2° en faisant fondre ensemble 1 at. de bicarbonate et 1 at. de carbonate simple crsitallisé et chauffant jusqu'à dessiccation;

3° enfin en chauffant du bicarbonate de soude à une chaleur qui ne dépasse pas 200°. Les masses sèches que l'on obtient ainsi prennent spontanément la structure cristalline, en absorbant de l'eau, lorsqu'on les expose à l'action de l'air humide, par exemple dans une cave.

---

58. *Action de l'acide nitrique sur le* CARBONATE DE CHAUX; par M. Barreswil. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 290.)

Le marbre en morceaux n'est pas attaqué par l'acide nitrique aussi concentré que possible. Le marbre en poudre est attaqué pendant quelques instants, mais bientôt l'action cesse tout-à-fait. Il est évident d'après cela que le marbre est attaqué par l'acide nitrique concentré avec une énergie proportionnelle à sa surface, mais que bientôt il se couvre d'un vernis de nitrate de chaux qui est insoluble dans l'acide concentré et arrête la réaction. L'expérience montre effectivement que le nitrate de chaux desséché, mis en contact de l'acide nitrique de force moyenne, le concentre jusqu'au point de le rendre fumant.

---

59. *Recherches sur le* GLUCINIUM *et ses combinaisons;* par M. Awdejew, capitaine du génie russe. (Ann. de Pog., t. 56, p. 101.)

Comme le chlorure de glucinium est excessivement déliquescent, pour le préparer de manière à pouvoir en déterminer exactement un certain poids, je me suis servi d'un tube barométrique en verre au milieu duquel se trouvait soudé un autre tube de la grandeur des tubes à ré-

action, ainsi qu'une boule moyenne distante de 1 ½ pouce de ce dernier; la partie la plus large du tube servait à recevoir le mélange de charbon, de sucre et de glucine, et la boule le chlorure de glucinium sublimé : l'appareil était chauffé au moyen d'une lampe de Hess.

Le mélange intime de charbon et de glucine attire très-promptement l'humidité de l'air. Pour éviter la présence de cette humidité, j'ai chauffé ce mélange au milieu d'un courant de gaz acide carbonique sec, et j'ai remplacé lestement le flacon où se dégageait l'acide carbonique par un autre flacon où se développait du chlore.

L'opération étant terminée, j'ai chassé l'excès de chlore par de l'air atmosphérique sec; j'ai scellé le tube des deux côtés de la boule, je l'ai pesé, puis ayant cassé une des pointes, je l'ai plongé verticalement dans l'eau par la pointe ouverte, et je l'ai laissé dans cette position pendant quelques jours; de cette manière l'eau pénètre aisément dans tout le chlorure sans qu'on ait à craindre qu'il se dissipe quelque vapeur par l'effet de la grande chaleur qui se développe, et l'on peut enlever commodément tout le chlorure en cassant le verre et le rinçant avec de l'eau.

La liqueur ne renferme que de l'acide hydrochlorique sans excès de chlore et de la glucine, dont une petite quantité, d'ailleurs insignifiante, rend la dissolution un peu louche. Trois analyses m'ont donné, pour la quantité de chlore contenu dans 100 parties de chlorure, 86,72, 88,25 et 87,63. Quoique ces analyses ne s'accordent pas entre elles d'une manière rigoureuse, à cause de l'extrême difficulté que l'on éprouve pour éloigner toute trace d'humidité; elles n'en prouvent pas

moins évidemment que le poids atomique du glucinium est beaucoup plus léger qu'on ne l'avait admis.

Ces analyses prouvent aussi que le sulfate de glucine qui se forme dans un excès d'acide est un sulfate neutre et non pas un sel acide. J'ai fait quatre analyses de ce sel qui m'ont donné :

1° 4456	acide sulfurique combiné avec	1406 glucine.
2° 4531		1420
3° 7816		2400
4° 12880		4065

D'après cela, l'équivalent de l'acide sulfurique étant 501,165, l'équivalent de la glucine est de 158,084 et cette terre renferme :

Glucinium.	0,36742
Oxygène.	0,63258

Quant au nombre d'atomes d'oxygène qu'on doit y admettre, pour résoudre la question, j'ai cherché à faire l'analyse de quelques sels doubles. J'ai réussi à préparer le sulfate potassique, et j'ai trouvé que ce sel, qui ne se dissout que lentement dans l'eau froide, n'a aucune analogie avec les aluns et qu'il est constitué de telle manière que la potasse et la glucine renferment une égale quantité d'oxygène. Il me paraît très-vraisemblable, d'après cela, que la terre ne contient qu'un atome d'oxygène et que le sel double a pour formule $KO,SO^3 + GO,SO^3$.

Dans le fluorure double potassique, l'alcali et la glucine renferment aussi une égale quantité de fluor. Ce fait vient à l'appui de l'opinion que la glucine ne contient qu'un atome d'oxygène.

Dans cette supposition, le poids atomique du glucinium est de 58,04, et c'est de tous les corps simples connus le plus léger après l'hydrogène.

Le sulfate neutre de glucine est très-soluble

dans l'eau. Sa solution concentrée donne des cristaux par l'évaporation spontanée; ces cristaux constituent des octaèdres à base carrée, ayant dans les arêtes terminales des angles de 122° environ et qui sont légèrement tronqués aux angles latéraux. Il rougit le tournesol. Lorsqu'on le calcine, il s'effleurit, puis se boursouffle comme l'alun, et à la chaleur blanche il perd tout son acide sulfurique, en laissant pour résidu de la glucine pure presque insoluble dans l'acide hydrochlorique, et plus soluble dans l'acide sulfurique; il contient 0,4056 d'eau ou 4 atomes.

Les sulfates basiques analysés par M. Berzelius, doivent avoir pour formule $SO^3,3GO$, $SO^3,2GO + SO^3, 6GO + 3H^2O$.

D'après la composition de la glucine, le chlorure de glucinium GCl^2 doit contenir :

Glucinium.	0,1159
Chlore.	0,8841

Et il est évident qu'il ne saurait être une combinaison analogue au chromate de chlorure de chrôme.

L'hydrochlorate cristallisé contient 4 atomes d'eau.

J'ai analysé le chrysobérylle, dont la composition était encore incertaine, en le fondant avec du bisulfate de potasse; le chrysobérylle du Brésil en fragments jaunes, transparents, d'une pesanteur spécifique de 3,7337, m'a donné :

Glucine.	0,1794	Oxygène	0,1135
Alumine.	0,7810		0,3647
Peroxyde de fer. .	0,0447		0,0101
	1,0051		

Un échantillon de l'Oural, coloré par le chrôme, m'a fourni :

Glucine.	0,1802	oxygène	0,1140
Alumine.	0,7892		0,3680
Protoxyde de fer. . .	0,0312		0,0071
Oxyde de chrôme. . .	0,0036		
Cuivre et plomb. . .	0,0029		
	1,0071		

Dans les deux variétés l'oxygène de l'alumine est sensiblement triple de l'oxygène de la glucine et du protoxyde de fer; et le mode de combinaison des éléments est analogue à celui du spinelle et de la ceylanite, bien que les formes soient différentes.

La formule GO,Al^2O^3 donne :

Glucine.	0,1975
Alumine.	0,8025

La phenakite, d'après les analyses de Hartwall et de Bischof, doit contenir :

Glucine.	0,4456
Silice.	0,5544

Et sa formule être $SiO^3,3GO$.

Le béryllé a été analysé par Berzelius, Gmelin et Scheerer. Leurs résultats conduisent à la formule $SiO^3,3GO + SiO^3,Al^2O^3$, qui donne :

Glucine.	0,1359
Alumine.	0,1880
Silice.	0,6761
	1,0000

L'euclase, d'après l'analyse de M. Berzelius, doit avoir pour formule $2(SiO^3,3GO)+SiO^3,2Al^2O$, qui concorde avec les nombres suivants :

Glucine.	0,2456
Alumine.	0,3212
Silice.	0,4332
	1,0000

Il y a de la glucine dans certaines gadolinites, mais dans l'état des choses on ne peut pas encore établir la formule de ces minéraux.

Il en est de même de l'helvine.

M. Erdmann, de Suède, a trouvé dans le leucophane :

Silice.	0,4782
Glucine.	0,1151
Chaux.	0,2500
Protoxyde de manganèse.	0,0101
Potassium.	0,0026
Sodium.	0,0759
Fluor.	0,0617
	0,9939

Il en résulte que la formule doit être :



$$3(SiO^3,2GO)+2(SiO^3,3CaO)+NaF^2,$$



$$\text{ou } SiO^3,3GO+2(SiO^3,3CaO)+NaF^2.$$

Ces formules donnent :

	La 1re.	La 2e.
Silice.	0,495	0,4572
Glucine.	0,114	0,1225
Chaux.	0,262	0,2818
Sodium.	0,071	0,0768
Fluor.	0,058	0,0617
	1,000	1,0000

---

60. *Sur la préparation de l'*ACIDE CHROMIQUE; par M. Warington. (Rev. scient., t. 10, p. 22.)

En modifiant un peu le procédé indiqué par M. Fritsche, voici comment il convient de procéder pour préparer l'acide chromique :

On prend 100 volumes d'une solution saturée et froide de bichromate de potasse, on y ajoute 120 à 150 volumes d'acide sulfurique concentré

et bien exempt de sulfate de plomb; on laisse refroidir la solution, et l'acide cristallise alors en belles aiguilles d'un cramoisi foncé. On décante le liquide, on place les cristaux sur une brique de biscuit de porcelaine; on pose une brique par dessus, et l'on soumet le tout à la pression pendant un long temps. Lorsqu'on enlève ensuite l'acide chromique on le trouve parfaitement sec, et ne contenant plus qu'une légère trace d'acide sulfurique.

---

61. *Sur certains composés de* CHROME; par M. Lœvel. (Compt. rend. de l'Acad., t. 15, p. 862.)

La réaction du bichromate de potasse et de l'acide tartrique est très-simple; il ne se produit que de l'acide carbonique et un sel double d'oxalate de chrôme et d'oxalate de potasse, cristallisant avec 10 atomes d'eau au moins, et non pas avec 8 atomes, comme l'admet M. Malagutti. Je n'admets pas non plus comme M. Malagutti que l'acide oxalique en s'unissant à l'oxyde de chrôme forme un acide analogue à celui qui résulte de l'union de l'oxyde de chrôme avec l'acide tartrique.

---

62. *Sur un nouvel* ACIDE DU CHROME; par M. Barreswill. (Jour. de Pharm., t. 3, p. 448.)

Si l'on verse dans de l'eau oxygénée, chargée à 10 ou 15 volumes, une dissolution d'acide chromique ou de bichromate de potasse, la couleur jaune est instantanément remplacée par une coloration bleu indigo des plus intenses, mais d'une instabilité extrême, car souvent elle disparaît presque aussitôt avec dégagement d'oxygène. Il

se forme un nouvel acide qui, d'après la quantité d'oxygène dégagé, doit avoir pour formule Cr^2O^7.

Je n'ai pas pu isoler cet acide à l'état de pureté absolue, mais je l'ai obtenu en dissolution dans l'éther. Pour cela j'ai fait dissoudre du bioxyde de baryum dans de l'acide chlorhydrique, en suivant les précautions indiquées par M. Thénard; j'ai recouvert l'eau oxygénée impure d'une couche d'éther; j'y ai versé peu à peu une dissolution de bichromate de potasse, et j'ai mêlé les deux liquides; l'éther a entraîné complétement l'acide bleu et l'eau s'est décolorée. L'éther ne dissout ni eau oxygénée ni sel de potasse, ni acide chlorhydrique, et il ne prend que de l'acide surchromique et de l'eau.

En évaporant la dissolution elle se concentre, et l'éther est complétement chassé; mais tout à coup la couleur bleue disparaît, de l'oxygène se dégage, et il ne reste que de l'acide chromique au fond du vase. En présence des bases énergiques la décomposition de l'acide surchromique est encore plus rapide, à tel point que l'on serait porté à croire que le composé n'est pas un acide particulier, mais une combinaison d'eau oxygénée et d'acide chromique.

---

63. *Sur la préparation du* PEROXYDE D'URANIUM; par M. Malaguti. (Comp. rend. de l'Acad., t. 16, p. 851.)

Que l'on fasse une dissolution d'azotate de peroxyde d'uranium bien pur dans de l'alcool absolu, et que l'on évapore assez modérément pour que le liquide n'entre pas en ébullition. Dès que

la masse sera réduite à un certain point de concentration, il se manifestera un mouvement tumultueux, et il se dégagera de l'acide nitreux, de la vapeur nitreuse, accompagnée d'une odeur prononcée d'adheidine et de l'acide formique. Le résidu sera une masse jaune orange spongieuse, que l'eau séparera en deux substances, dont l'une soluble (azotate non décomposé) et l'autre insoluble, d'un beau jaune serin qui, lavée à l'eau bouillante jusqu'à cessation complète de toute réaction acide, présentera la composition du peroxyde d'uranium, plus un équivalent d'eau



$$=U^2O^3,HO.$$

La densité de cet hydrate est de 5,926; chauffé dans un tube de verre, il laisse dégager de l'eau n'ayant aucune réaction acide, et devient plus ou moins brun, suivant qu'il a été plus ou moins chauffé. L'acide azotique faible le dissout à froid avec la plus grande facilité.

Pour doser l'eau j'ai fait passer un courant d'air sec sur une quantité connue d'hydrate chauffé par une forte lampe à alcool, et j'ai reçu la vapeur sur du chlorure de calcium. La quantité d'oxygène qui se dégage au même instant est variable, et le résidu est un mélange d'oxyde olive et d'oxyde noir. La quantité moyenne d'eau trouvée a été de 0,060; le calcul donnerait 0,0588.

64. *Découverte d'un nouveau métal, le* DIDYME; par M. Mosander. (Ann. de Pog.)

Le minerai de cerium renferme trois métaux différents, le cerium, le lanthane, et un autre métal auquel j'ai donné le nom de didyme. C'est ce der-

nier qui donne la couleur brune au minéral, et qui colore quelquefois l'yttria en rose améthiste; les oxydes de cérium et de lanthane sont presque incolores.

L'hydrate de didyme est couleur de soufre. Son sulfate est rose améthiste. Son oxyde est brun et devient d'un blanc sale, sans changer de poids, par une forte calcination.

L'oxyde de cérium pur calciné est entièrement insoluble dans l'acide nitrique étendu, mais il s'y dissout sensiblement lorsqu'il est mélangé avec de l'oxyde de lanthane.

On ne connaît encore aucun moyen de séparer exactement ces trois métaux les uns des autres.

---

65. *Action des sels de* PEROXYDE DE FER *sur les hyposulfites*; par MM. Fordos et Gélis. (Compt. rend. de l'Ac., t. 16, p. 1184.)

Lorsqu'on verse goutte à goutte dans une dissolution d'un sel de peroxyde de fer de l'eau saturée d'un hyposulfite, jusqu'à ce que l'addition de celui-ci cesse de produire une coloration violette, très-intense quoique passagère, le fer est ramené au minimum et il se produit un hyposulfate bisulfuré, qui, par la concentration, se décompose en soufre, sulfate et acide sulfureux.

---

66. *Remarques sur l'emploi du* CYANOFERRURE DE POTASSIUM *comme réactif*; par M. Levol. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 211.)

On sait que le cyanoferrure de potassium présente l'inconvénient de donner naissance à une quantité notable de bleu de Prusse en présence

des acides forts. On peut éviter cet inconvénient pour les métaux dont les sels peuvent former avec l'ammoniaque des combinaisons doubles, solubles dans l'eau, comme le cuivre, le nickel, le cobalt, etc., en employant une solution de cyanoferrure additionnée d'ammoniaque, et en saturant ensuite par un acide peu énergique. Les cyanoferrures des métaux dont il s'agit étant solubles dans l'ammoniaque, on n'apercoit ordinairement aucun effet après l'addition du réactif mixte; mais sur la limite de la neutralisation, le précipité apparaît, et il se présente sous une forme floconneuse telle que des quantités, si minimes qu'elles soient, deviennent ainsi très-appréciables. On peut, par exemple, par ce moyen reconnaître la présence de $\frac{1}{300,000}$ et même de $\frac{1}{500,000}$ de cuivre dans une dissolution.

Pour préparer le réactif mixte dans l'état le plus convenable, il faut ajouter 1 volume d'ammoniaque à 3 volumes d'une solution aqueuse froide renfermant à peu près 11 pour $\frac{0}{0}$ de cyanoferrure.

Quand on fait une épreuve, on verse dans la dissolution du sel des doses successives du réactif jusqu'à ce que l'excès d'ammoniaque devienne sensible à l'odorat, et ensuite on sature l'alcali avec de l'acide acétique versé goutte à goutte.

---

67. *Sur la préparation du* BLEU DE PRUSSE; par M. Jacquemyns. (Ann. de Ch., t. 7, p. 295.)

On sait qu'il se produit du cyanogène dans la fabrication du gaz pour l'éclairage. Il se trouve tout entier dans l'eau qui est destinée à dissoudre les produits ammoniacaux, et lorsque après avoir

sursaturé cette eau d'acide sulfurique on y ajoute un sel ferrique, il se précipite du bleu de Prusse. J'estime qu'un établissement de 8 à 9 mille becs pourrait fournir 2^kil.,7 de cette matière par jour.

Il me paraît évident que le cyanogène dans cette circonstance est produit par l'action de l'ammoniaque sur le carbone : effectivement, lorsqu'on fait passer du gaz ammoniac sur un mélange de carbone, de fer et de potasse chauffé au rouge dans un tube de fer, il se produit du ferrocyanure de potassium. D'après cela la manière ordinaire de préparer le bleu de Prusse, par la calcination des matières animales avec la potasse et le fer, laisse beaucoup à désirer, puisque l'ammoniaque échappe en grande partie à l'action de la potasse, du fer et du charbon.

Ces considérations m'ont porté à tenter la préparation du bleu de Prusse par la décomposition des produits volatils provenant de la distillation des os, et ce procédé m'a donné des résultats qui me font espérer qu'il offrira des avantages marqués dans la pratique.

Ayant distillé 1 kilog. d'os séchés à l'air dans une cornue de fonte et fait passer les produits dans un tube de fer chauffé au rouge et contenant un mélange de charbon et de limaille de fer imprégné d'une forte dissolution de potasse, j'ai obtenu 640 grammes de charbon animal, et en lavant les matières contenues dans le tube et acidulant la liqueur elle m'a donné 0 gr.,86 de beau bleu de Prusse. Pour ne rien perdre j'ai fait passer les vapeurs sortant du tube d'abord dans un réfrigérant destiné à condenser le goudron, puis dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique qui absorbait l'ammoniaque non décomposée, de là dans un tube

contenant de la potasse et destiné à absorber l'acide carbonique, et enfin dans un gazomètre.

Il ne s'est condensé que peu de goudron. Les sels ammoniacaux étaient peu colorés et pourraient servir d'engrais sans qu'on eût besoin de les soumettre à aucune préparation ultérieure. Le gaz ne contenait plus d'ammoniaque; il avait moins d'odeur que le gaz de la houille, mais il était peu éclairant.

Ce procédé de fabrication offrirait des avantages marqués sous le rapport de l'intérêt public, en ce que les fabriques de charbon animal ne répandraient presque plus de mauvaise odeur, et en ce qu'il fournirait à l'agriculture des sels ammoniacaux à bas prix.

---

68. *Sur la préparation de quelques* FERROCYANURES; par M. Posselt. (Ann. der Pharm., t. 42, p. 163.)

Pour préparer l'*acide ferrocyanhydrique* on agite avec de l'éther une solution aqueuse de cet acide obtenue en décomposant le ferrocyanure de plomb par de l'acide sulfurique ou sulfhydrique; l'acide ferrocyanhydrique se dépose immédiatement; on le jette sur un filtre et on le lave à plusieurs reprises, avec un mélange d'alcool et d'éther, en ayant soin toutefois de ne pas prendre ce dernier en quantité trop petite; puis on l'exprime dans du papier Joseph et on achève de le dessécher dans le vide.

On peut encore procéder comme il suit. On prend une solution saturée de ferrocyanure de potassium dans de l'eau préalablement bouillie, et on la laisse refroidir à l'abri du contact de l'air;

on la mélange avec de l'acide hydrochlorique également exempt d'air, et on agite ce mélange avec de l'éther comme précédemment. L'acide se sépare alors de la même manière. Après l'avoir séparé de l'eau mère, on le dissout dans l'alcool, auquel on peut ajouter un peu d'acide sulfurique afin d'enlever la potasse s'il s'en trouvait accidentellement : on filtre, si la solution sirupeuse n'est pas claire, et on agite cette solution avec de l'éther, etc.

L'acide ferrocyanhydrique desséché est à l'état de poudre d'un blanc jaunâtre. Il a une saveur et une réaction fort acides : il décompose les carbonates avec une vive effervescence et il décompose aussi les acétates, les tartrates et les oxalates avec beaucoup de facilité ; lorsqu'il est sec il se conserve à l'air ; mais quand il est humide, il bleuit peu à peu et finit par se transformer en bleu de prusse. Chauffé à l'abri du contact de l'air, il supporte une température de 100° ; mais à une chaleur plus élevée il se change en acide prussique anhydre qui se dégage et en cyanure de fer qui reste dans le creuset. Il est très-soluble dans l'eau ; la solution bleuit par l'ébullition au contact de l'air ; si on évite le contact de celui-ci, il se dépose du cyanure blanc de fer. Il est encore plus soluble dans l'alcool que dans l'eau.

L'acide bien sec est anhydre et se compose de :

Cyanogène.	0,7309	1,000
Hydrogène.	0,0184	
Fer.	0,2501	

On se procure une dissolution aqueuse d'acide *ferricyanhydrique*, en décomposant le ferricyanure de plomb par l'acide sulfurique. La dissolution est d'un brun rouge : lorsqu'on l'a fait bouil-

lir, il se forme un précipité purvérulent d'un vert velouté qui est composé de :

Fe^2.	0,3469	1,000
Cy^6.	0,4969	
$3H^2O$.	0,1562	

et il se dégage de l'acide prussique ; d'où il suit que l'acide $Fe^2 Cy^6 + (HCy)^6$ se sépare en ses deux éléments et prend de l'eau pour former du percyanure de fer hydraté.

On obtient très-facilement par le procédé suivant de beaux cristaux purs de ferricyanure de potassium.

On fait passer du chlore dans une dissolution fort étendue de ferrocyanure de potassium, puis on évapore et on ajoute au liquide bouillant, réduit au point de cristalliser, quelques gouttes de potasse caustique. De cette manière le corps vert qui se forme ordinairement se décompose et il se sépare du peroxyde de fer (un excès d'alcali ramènerait le ferricyanure à l'état de ferrocyanure); on filtre le mélange pendant qu'il est chaud, et on le laisse ensuite refroidir lentement.

---

69. *Action de la potasse sur l'*OXYDE CUIVRIQUE, L'OXYDE CUIVREUX, *l'oxyde ferrique et l'argent* ; par M. Chodnew. (Bibl. de Gen., t. 43, p. 393.

Lorsque l'on fond de la potasse caustique dans un creuset de cuivre, ce métal est fortement attaqué. Si le creuset est fermé il ne se forme que de l'oxyde cuivreux; mais s'il y a contact d'air il se produit de l'oxyde cuivrique.

L'oxyde cuivreux, soit anhydre, soit hydraté, se dissout sensiblement dans la potasse caustique,

mais seulement en très-petite quantité ; l'oxyde cuivrique est plus soluble dans le même alcali. En traitant cet oxyde par voie sèche avec la potasse, puis reprenant par l'eau, l'alcali peut en dissoudre plus de $\frac{1}{200}$ de son poids ; par voie humide la proportion est moitié moindre.

Lorsqu'on délaye dans de l'eau de l'oxyde cuivrique fondu avec de la potasse, si l'on filtre de suite, la dissolution d'oxyde est permanente ; mais si on la laisse en contact avec l'excès d'oxyde, tout l'oxyde dissous ne tarde pas à se déposer. Pour que la potasse caustique en excès redissolve l'hydrate cuivrique qu'elle précipite, il faut que la dissolution métallique soit étendue et qu'elle ne soit pas chaude. Les dissolutions potassiques sont bleues comme les dissolutions ammoniatiques.

L'oxyde ferrique calciné ne se dissout pas dans la potasse liquide, à moins qu'on ne le fonde préalablement avec cet alcali ; mais l'hydrate s'y dissout en petite quantité, pourvu pourtant que la dissolution alcaline soit concentrée.

Lorsque l'on fond de la potasse caustique dans un creuset d'argent, il se forme une masse jaunâtre dont l'eau sépare un mélange d'argent et d'oxyde d'argent ; mais la liqueur ne retient pas la moindre trace de ce métal.

---

70. *Note sur la solubilité du* SULFURE D'ANTIMOINE *dans l'ammoniaque* ; par M. Garot. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 118.)

L'orpiment exige 200 fois son poids d'ammoniaque pour se dissoudre et le réalgar 700 ; mais le sulfure d'antimoine est presque aussi soluble dans

est alcali. Il n'en faut que 600 parties pour dissoudre le kermes.

Lorsqu'on abandonne à elle-même au contact de l'air une dissolution ammoniacale qui contient à la fois du sulfure d'arsenic et du sulfure d'antimoine, ce dernier se décompose et la liqueur laisse déposer la plus grande partie de l'antimoine à l'état de protoxyde mêlé de soufre. Si alors on sature cette liqueur d'acide hydrochlorique après l'avoir filtrée, elle donne un précipité jaune de sulfure d'arsenic pur. On peut donc par ce moyen séparer les deux métaux. Mais il ne faudrait pas pour cela concentrer la dissolution ammoniacale, parce qu'alors la portion d'oxyde d'antimoine qui reste dans cette dissolution se précipiterait avec le sulfure d'arsenic, tandis qu'elle reste dans la liqueur après sa saturation par l'acide hydrochlorique, lorsque celle-ci y est convenablement étendue.

---

71. *Sur quelques combinaisons du* BICHLORURE D'ÉTAIN *avec d'autres chlorures*; par M. Bolley (Ann. der Pharm., t. 39, p. 100.)

Le *pink-salt* est un chlorure double d'étain et d'ammoniaque que l'on emploie dans les fabriques d'indiennes; on l'obtient sous forme de petits octaèdres en évaporant doucement une solution diluée des deux chlorures. Il se compose d'un atome de chacun des chlorures élémentaires. Il se dissout dans 3 parties d'eau froide : la dissolution concentrée ne s'altère pas par l'ébullition; mais lorsqu'elle est étendue, tout l'étain qu'elle renferme s'en précipite à l'état d'hydrate de bioxyde.

On obtient une combinaison analogue avec le chlorure de potassium et le chlorure de sodium; ce dernier est extrêmement soluble.

---

72. *Sur le poids atomique du* ZINC; par M. Jacquelain (Ann. de Chim., t. 7, p. 198.)

Le zinc du commerce dont je me suis servi s'est trouvé contenir :

Carbone.	0,00003
Fer.	0,00142
Plomb.	0,00685
	0,00830

En le traitant par l'acide sulfurique pur, le plomb reste en totalité dans le résidu avec le carbone et du fer.

Pour le purifier je l'ai distillé dans un courant de gaz hydrogène (le résidu m'a servi en même temps à doser le fer et le carbone) et l'opération a très-bien réussi. L'appareil se compose d'un flacon de Wolf à deux tubulures; l'une porte un tube droit pour l'introduction de l'acide sulfurique purifié par le soufre et le chlore; l'autre est surmontée d'un tube coudé, dont la branche horizontale porte deux petites boules, et s'adapte au moyen de tubes de caoutchouc à un tube laveur chargé de potasse en dissolution : celui-ci est à son tour suivi de deux tubes en U très-grands remplis de chlorure de calcium récemment calciné. Vient ensuite le tube en porcelaine contenant quatre nacelles, dont les deux premières sont remplies de zinc fondu et les deux autres restent vides. Enfin l'autre extrémité du tube s'adapte à un dernier appareil desséchant terminé lui-même par un tube recourbé qui peut plonger à différentes profondeurs dans de l'acide sulfurique, selon qu'il est nécessaire d'augmenter la force élastique du gaz dans l'intérieur de l'appareil.

Au moyen de ces dispositions l'hydrogène perd

d'abord la presque totalité de la vapeur d'eau qu'il avait emportée; passant ensuite sur le zinc en fusion, il se sature de vapeurs métalliques et il les dépose plus loin sur les parois du tube en porcelaine.

D'après la quantité d'oxyde que fournit le zinc purifié ainsi par trois distillations successives, en le traitant, soit par l'acide nitrique, soit par l'acide sulfurique, et calcinant les sels avec les précautions convenables pour les décomposer en totalité, on trouve que le nombre proportionnel de ce métal est 414.

---

73. *Moyen de distinguer le* ZINC DU MANGANÈSE *dans des dissolutions qui contiennent des sels ammoniacaux*; par M. Otto. (An. der Chem.)

Si l'on rend alcalines par de l'ammoniaque des dissolutions de chlorure de zinc et de manganèse riches en chlorhydrate d'ammoniaque, une très-faible quantité d'hydrogène sulfuré précipite immédiatement du zinc, tandis qu'il en faut une quantité beaucoup plus grande pour commencer à précipiter du manganèse. Si alors on ajoute de l'acide acétique concentré à la liqueur, le précipité de manganèse se redissout très-facilement, tandis que le précipité de zinc ne se redissout pas. La propriété que possède le sulfure du manganèse de se dissoudre dans l'acide acétique, et qui a été observée pour la première fois par M. Wackeroder, peut servir à séparer ce métal de beaucoup d'autres métaux.

---

74. *Sur un nouveau* SULFURE DE BISMUTH; par M. Werther. (J. fur Chem.)

En ajoutant 1250 grammes de bismuth à 375 grammes de soufre en fusion, et faisant fondre trois fois le mélange avec une nouvelle addition de soufre, j'ai obtenu un groupe homogène qui renfermait à son centre une masse de cristaux consistant en prismes tétraèdres déliés ayant leurs arêtes latérales émoussées, et qui étaient composé de

Bismuth.	0,86340
Soufre.	0,13502

D'après MM. Rose et Wehrle, le sulfure naturel contient 0,185 de soufre. Il paraît donc qu'il existe deux combinaisons différentes. Si on reprenait, pour le bismuth, l'ancien poids atomique 1330,3 au lieu de 886,92, le sulfure artificiel serait formé de 1 at. de métal et de 1 at. de soufre, tandis que le sulfure naturel contiendrait 3 at. de soufre pour 2 at. de bismuth. Le premier est plus pesant et beaucoup plus fusible que le dernier.

75. *Analyse des cristaux de l'*ALLIAGE *fusible de Rose;* par M. Lœbell. (J. fur Chem., t. 26, p. 510.)

120 livres de cet alliage ayant été préparées avec 2 p. de plomb, 3 p. d'étain et 5 p. de bismuth, on a obtenu par le refroidissement, des cristaux assez distincts, fusibles au dessous de 100° et qui ont été trouvés composés de

Bismuth.	0,5768
Plomb.	0,2656
Étain.	0,1576
	1,0000

Ou de 3 at. de bismuth, 1 at. de plomb et 1 at. d'étain.

---

76. *Nouvelles recherches sur le* PROTOXYDE DE PLOMB; par M. Calvert. (Compt. rendus de l'Acad., t. 16, p. 1361.)

J'ai observé que lorsque l'on sature la soude bouillante, marquant de 40 à 45 degrés, par de l'hydrate de protoxyde de plomb et qu'on laisse refroidir la liqueur, il se dépose un oxyde rose de plomb qui cristallise en cubes assez réguliers. Chauffé à 400 degrés environ, cet oxyde augmente de volume, devient noir et décrépite en laissant dégager des traces d'eau, 0,1 p. 100; si l'on élève la température au rouge-cerise, il prend une couleur jaune de soufre sans perdre sa forme cristalline. Il est très-peu soluble dans les acides; l'acide nitrique soit concentré, soit faible, ne le dissout que difficilement. Pulvérisé, il donne une poudre d'un jaune orangé analogue à celle de la litharge. Il résulte de son analyse, en tenant compte de 0,1 d'eau d'interposition p. 100, qu'il est composé de 92,83 de plomb et 7,17 d'oxygène.

En effet, 1,519 ont perdu 0,109 d'oxygène ou 7,17 p. 100.

L'hydrogène qui a servi dans mes analyses a été purifié et desséché par les procédés que M. Dumas a adoptés dans ses analyses sur la composition de l'eau.

Si, au lieu de prendre de la soude marquant de 40 à 45 degrés, l'on fait fondre cet alcali caustique et que l'on y projette de l'hydrate de protoxyde de plomb, celui-ci devient rouge à l'instant même, en donnant naissance à un nouvel

isomère de protoxyde ; ce nouvel oxyde est une substance amorphe dont la couleur rappelle celle du minium; trituré, il donne une poudre jaune-rougeâtre semblable à celle que fournit l'oxyde rose, mais il diffère de ce dernier en ce qu'il est très-soluble dans les acides. Entre 300 et 400 degrés il devient rouge-brun sans changer de teinte par le refroidissement, et au-dessus de 400 degrés il prend une teinte jaune de soufre pendant que la température s'abaisse. Cet oxyde peut être obtenu anhydre, mais ce n'est qu'avec la plus grande difficulté qu'on le prive de son eau hygrométrique. Son analyse m'a donné les nombres qui représentent la composition du protoxyde, 7,18 d'oxygène p. 100.

Ce qui est curieux, c'est que la potasse à 45 degrés agit sur l'hydrate de protoxyde de plomb en excès de la même manière que la soude fondue, tandis que la soude à 45 degrés ne donne pas le même résultat.

En dissolvant de l'hydrate de protoxyde de plomb dans de la potasse à 45 degrés jusqu'à saturation, j'ai obtenu un troisième oxyde qui paraît avoir été étudié déjà par M. Mitscherlich.

---

77. Sulfate double de plomb et d'ammoniaque; par M. Letton. (An. der Phar., t. 42, p. 126.)

Le sulfate de plomb se dissout en grande quantité dans une dissolution de sulfate d'ammoniaque, surtout si celle-ci est concentrée et bouillante, et il se forme un sel double qui se dépose par le refroidissement en cristaux très-petits, mais brillants et transparents. La meilleure manière

d'obtenir ce sel consiste à précipiter une solution d'acétate de plomb, moyennement concentrée, par un excès d'acide sulfurique étendu, à neutraliser l'acide par de l'ammoniaque, à porter le tout à l'ébullition jusqu'à ce que le précipité se dissolve, et à laisser refroidir.

Les cristaux sont anhydres et se composent de 1 at. de chacun des sels élémentaires. L'eau les détruit complétement et promptement en dissolvant le sulfate d'ammoniaque et laissant le sulfate de plomb pur.

---

78. *Sur les* BICHLORURES D'HYDROGÈNE ET DE PLOMB; par M. Millon. (Revue scient., t. 9, p. 366.)

Si l'on projette lentement de l'oxyde puce de plomb dans de l'acide muriatique concentré, maintenu à une température très-basse, il se forme un dépôt abondant de chlorure de plomb sans dégagement de chlore. La liqueur contient du bichlorure d'hydrogène, mais il est impossible de le séparer de l'eau. La dissolution renferme en outre une certaine quantité de plomb qui paraît être aussi à l'état de bichlorure.

---

79. *Sur un nouveau composé d'*IODE ET D'OXIDE DE PLOMB; par M. Durand. (Journ. de Pharm., t. 2, p. 311.)

Si l'on verse de l'acétate ou de l'azotate de plomb dans une solution d'iode dans de la soude caustique, il se fait un précipité dont la teinte est variée. Si la proportion d'iode est celle d'un équi-

valent de soude, le précipité est d'un rouge violet, mais il se décompose spontanément sous l'eau en iode et en une matière d'une belle teinte bleue. Si on n'ajoute au contraire à la liqueur alcaline qu'une quantité d'iode trois ou quatre fois moindre, le précipité présente immédiatement une teinte bleue et la liqueur ne retient presque pas d'iode. On obtient les mêmes résultats en triturant ensemble de l'hydrate de plomb avec de l'iode pulvérulent précipité par l'eau de sa dissolution dans l'alcool ou dans l'éther.

La matière bleue peut être conservée dans le vide sans qu'elle perde d'iode; mais elle se décompose à l'air et s'y transforme en carbonate de plomb; la chaleur lui fait prendre une teinte jaune serin, en la changeant, à ce qu'il me paraît, en un mélange d'iode et d'iodure de plomb basique.

Cette matière bleue résiste à l'action de l'eau, qui ne lui enlève pas d'iode, et à celle d'une solution d'acétate de plomb ou de sucre auxquelles elle ne laisse pas d'oxyde de plomb; mais les acides les plus faibles la décomposent, en donnant naissance à un sel de plomb avec élimination d'iode. Tout porte à croire qu'elle doit être assimilée, par sa nature, aux composés décolorants du chlore.

---

80. *De l'action de l'*IODE *sur les* ACIDES *par l'intermédiaire de l'eau, en particulier de celle qu'il exerce sur l'*OXYDE DE PLOMB; par M. Jammes. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 356.)

Si l'on met de l'hydrate de plomb encore humide, bien pur et bien dépouillé des sous-sels qui

l'accompagnent dans sa précipitation, en contact avec de l'iode en poudre ou mieux avec de la teinture d'iode, il se produit, à froid, au bout de quelques instants, un composé d'un violet pâle dont on peut aisément enlever l'excès d'iode s'il en retient, au moyen de l'alcool, ou mieux, tout simplement par l'ébullition dans l'eau.

Ce composé s'altère à l'air en absorbant de l'acide carbonique. Chauffé fortement il laisse dégager de l'oxygène et se transforme en iodure de plomb. Les acides le détruisent en en dégageant de l'iode. L'analyse que j'en ai faite m'a conduit à le considérer comme formé de 6 équivalents d'oxyde de plomb pour un équivalent d'iode, mais il est toujours mêlé d'une petite quantité d'iodure et d'iodate de plomb.

Pour obtenir le composé bleu de M. Durand, il suffit d'ajouter au mélange d'hydrate de plomb et d'iode quelques gouttes d'une solution de nitrate ou d'acétate de plomb; l'existence d'un sous-sel est indispensable à sa production.

---

81. *Sur un nouveau procédé de fabrication pour le* BLANC DE CÉRUSE, *au moyen duquel la santé des ouvriers n'est pas compromise;* par M. Gannal. (Compt. rend. de l'Acad., t. 16, p. 1128.)

Ce procédé consiste : 1° à diviser le plomb en grenailles; 2° à le diviser ensuite indéfiniment en le frottant sur lui-même dans un cylindre de plomb; 3° à faciliter l'oxydation du plomb divisé par l'intermédiaire de l'air atmosphérique dans l'appareil; 4° à carbonater immédiatement cet oxyde de plomb en employant de l'air plus chargé

d'acide carbonique; 5° à hâter l'oxydation du plomb en introduisant dans l'appareil de l'acide azotique ou de l'azotate de plomb; 6° à laver le produit; 7° à hâter la dessiccation en soumettant le résultat à la plus forte pression possible; 8° à diviser par pains carrés la pâte pressée; 9° et enfin à sécher dans une étuve à courant d'air chauffé le produit divisé.

---

82. *Sur un procédé de fabrication du* BLANC DE CÉRUSE, *qui diminue beaucoup l'insalubrité du travail*; par M. Versepuy. (Compt. rend. de l'Acad., t. 16, p. 1327.)

Le procédé de fabrication de la céruse qu'a indiqué M. Gannal a fait, depuis cinq ans, le sujet de mes occupations. Voici la manipulation à laquelle je me suis arrêté : le plomb en saumons, ou fragments de saumons, est projeté dans un cylindre en pierre de volvic avec un poids égal d'eau. Après douze heures de rotation, on retire la bouillie métallique pour l'introduire dans un tonneau en bois immobile, muni de deux ventilateurs sur la partie circulaire du tonneau, garni de larmiers pour éviter l'échappement du liquide; un agitateur à palette en bois est placé dans l'intérieur du tonneau.

Il se forme sur la surface intérieure du cylindre une couche de céruse qui garantit la pierre de toute usure, elle provient du dépôt qui se fait dans les intervalles des opérations et sert de levain pour déterminer l'oxydation des molécules de plomb dans les opérations ultérieures.

Il est inutile de diviser le plomb en grenailles pour une fabrication régulière. L'eau est néces-

saire pour détacher les particules de plomb au fur et à mesure que le frottement les produit.

La bouillie doit être extraite du cylindre en pierre, pour la séparer du plomb non entièrement pulvérisé et pour pouvoir la soumettre à une extrême agitation, de telle manière que les surfaces soient multipliées à l'infini.

L'acide carbonique de l'air suffit à la formation du carbonate. Je n'ai rien obtenu de satisfaisant de l'introduction de l'acide carbonique par portions ni même d'une atmosphère entière de cet acide dans le tonneau, non plus que de l'emploi des acides acétique, azotique et des sels provenant de ces acides.

---

83. *Sur la formation de la* CÉRUSE; par M. Hochstetter. (J. d'Erdmann., t. 26, p. 338.)

La formation de la céruse dans le procédé de fabrication hollandais est due à deux causes : 1° au sous-acétate de plomb qui prend naissance au contact de l'air, du plomb et de l'acide acétique; 2° à la décomposition de l'acétate neutre formé à la suite de la réaction, décomposition opérée par l'acide carbonique et la vapeur d'eau, d'où résulte un déplacement d'acide acétique et formation de céruse. Effectivement j'ai constaté par l'expérience que l'acétate neutre peut, à une température de 40 à 50°, fournir du carbonate de plomb avec l'acide carbonique, l'acide acétique étant chassé; mais il faut pour cela que le sel soit dissous, et que l'acide carbonique soit mêlé de vapeur d'eau. Cela rend compte de la proportion extrêmement faible d'acétate de plomb que l'on rencontre dans plusieurs qualités de céruses fabri-

quées par le procédé hollandais et qui n'ont subi aucun lavage.

La proportion d'acide acétique que j'ai trouvée dans les différentes céruses a varié de 0,0024 à 0,0050. Pour doser cet acide, j'ai traité la céruse par un lait de chaux, j'ai précipité l'excès d'eau de chaux par l'acide carbonique, et évaporé pour obtenir l'acétate de chaux.

On peut enlever complétement aux céruses l'acétate qu'elles contiennent en les lavant à l'eau bouillante. Après cela on trouve que leur composition n'est pas uniforme, et qu'elle se rapproche des deux formules



$$8PO + 7CO^2 + H^2O \text{ et } 3PO + 2CO + H^2O$$

ce qui prouve que l'on doit les considérer, ainsi que l'a fait M. Muhler, comme des combinaisons variables de carbonate et d'hydrate de plomb.

J'ai préparé moi-même de la céruse en précipitant du sous-acétate de plomb par de l'acide carbonique jusqu'à ce que la liqueur commençât à devenir acide, et je l'ai trouvée composée de :

Oxyde de plomb.	0,8620	
Acide carbonique. . . .	0,1145	1,0000
Eau.	0,0244	

ce qui prouve que la céruse du procédé français est $2(PO, CO^2) + PO, H^2O$

Cette céruse mise en suspension dans l'eau, ne change pas de nature au contact de l'acide carbonique; mais si on l'humecte de quelques gouttes d'acide acétique avant de la traiter par le courant, elle finit par se transformer en carbonate neutre.

Les carbonates alcalins ne précipitent que de l'hydrocarbonate du sous-acétate de plomb. Le carbonate neutre ne se forme qu'avec APO et l'acide carbonique.

Les céruses du commerce sont des mélanges en proportions variables, de carbonate neutre et d'hydrocarbonate.

---

84. *Perfectionnement apporté à l'*ARGENTURE *par l'électrochimie*; par M. Mourey. (Comp. rend. de l'Acad., t. 16, p. 660.)

L'argenture par l'électrochimie laissait encore tout à désirer, en ce sens que les pièces, d'un blanc mat parfait au sortir du bain, ne tardaient pas à perdre leur éclat et devenaient d'un jaune sale, même au bout de quelques jours seulement; et voulait-on les mettre en couleur par les moyens ordinaires, elles étaient altérées.

J'ai trouvé que la couleur jaune des pièces argentées provenait d'un cyanure ou sous-cyanure resté à la surface après l'opération et que la lumière décomposait peu à peu.

Voici par quel moyen je suis parvenu à faire disparaître complétement cette matière jaune. On recouvre les pièces d'une couche assez épaisse d'une dissolution de borax dans l'eau, on les fait ensuite sécher sous une moufle à une température un peu inférieure au rouge cerise; puis on les plonge dans de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et on les y laisse assez longtemps pour en opérer le dérochage. Après cela on les lave, on les sèche dans de la sciure de bois, et enfin on les chauffe avec les soins convenables pour chasser toute l'humidité qu'elles pourraient retenir. Je crois mon procédé d'autant meilleur que pour l'appliquer il n'est pas nécessaire que les pièces sortent blanches de la dissolution argentifère; après le dernier traitement elles ont toujours le blanc le plus parfait.

---

85. *Note sur de nouveaux moyens de* DORER *et d'*ARGENTER *au trempé*; par M. Levol. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 213.)

Dorure sur argent. — L'argent se dore très-facilement au moyen du chlorure d'or neutre, additionné d'une solution aqueuse de sulfo-cyanure de potassium, jusqu'à disparition du précipité qui s'était d'abord formé; il faut que la liqueur éclaircie de cette manière conserve une réaction légèrement acide; si elle l'avait perdue par une addition immodérée de sulfo-cyanure, on la lui rendrait en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Pour dorer, on plonge l'argent bien net dans cette liqueur presque bouillante et médiocrement concentrée, état dans lequel on la maintient en y versant de temps en temps de l'eau chaude pour remplacer celle qui s'est vaporisée; on évite de cette manière les inconvénients qui résulteraient d'une trop grande concentration de l'acide chlorhydrique, dont la présence est néanmoins utile pour s'opposer à la formation d'un précipité aurifère qui a lieu par l'élévation de température, lorsque c'est l'alcali qui prédomine.

Dorure et argenture sur cuivre, laiton et bronze. — On a indiqué la solution du cyanure d'or et celle du cyanure d'argent dans le cyanure de potassium, pour dorer et argenter sous l'influence des forces électriques; je me suis assuré que les mêmes solutions, portées à une température voisine de leur point d'ébullition, peuvent aussi dorer et argenter au trempé. A l'égard de leur préparation, s'il était nécessaire de les obtenir chimiquement pures, elle ne laisserait pas que

d'être assez dispendieuse, mais on n'obtiendrait véritablement aucun avantage en compensation (1); on peut donc simplifier l'opération et la rendre beaucoup moins coûteuse, en traitant directement, soit le chlorure d'or, soit le nitrate d'argent neutres, par du cyanure de potassium en excès, de manière à obtenir les cyanures doubles solubles (2).

On ne peut dorer l'argent par ce procédé, mais on a vu plus haut que le sulfo-cyanure d'or et de potassium dore très-bien ce métal.

La solution du cyanure de cuivre dans le cyanure de potassium ne *cuivre* pas l'argent, même en contact avec le zinc; cependant elle cuivre parfaitement ce dernier métal, et d'une manière très-solide.

Je ferai remarquer, enfin, que ces procédés si commodes, parce qu'ils réussissent toujours et n'exigent que quelques minutes pour toutes préparations, ne permettent malheureusement que l'application d'une couche très-mince du métal précipité : c'est un inconvénient commun à tous les procédés au trempé.

---

(1) En faisant cette remarque, je n'ai en vue que le procédé d'immersion dont je parle ici.

(2) Le cyanure de potassium devant être employé à l'état de solution dans l'eau, et ce sel étant, comme on sait, fort cher à l'état solide, il y a tout avantage à se servir de l'eau de lessivage du résidu de la calcination en vase clos du cyano-ferrure de potassium préalablement desséché; son prix n'excède guère alors, à poids égal, le tiers de la valeur commerciale du cyanure double, et on pourrait l'obtenir encore à un prix moins élevé par le procédé, à la vérité un peu plus difficile à pratiquer, que l'on doit à M. Liebig.

Même observation relativement au sulfo-cyanure de potassium.

86. Protochlorure d'or blanc; par M. Meillet. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 447.)

Lorsque l'on verse une dissolution d'hyposulfite de soude dans une dissolution d'hydrochlorate de chlorure d'or, tout le métal se précipite à l'état de sulfure noir. Mais si l'on fait l'inverse, c'est-à-dire, si l'on verse le chlorure d'or dans l'hyposulfite, en prenant par exemple comme on le fait pour la photographie, 2 grammes de sel d'or dissous dans un litre d'eau, la liqueur ne se trouble aucunement, mais elle se décolore complétement et l'or est amené à l'état de protochlorure. Si on évapore la liqueur dans le vide, elle fournit un mélange cristallisé de chlorure de sodium, de sulfate et d'hyposulfite de soude et de protochlorure d'or; en traitant ce mélange à froid par l'alcool à 90 cent., le chlorure d'or seul se dissout, et par l'évaporation spontanée on l'obtient cristallisé en petites aiguilles fines et très-blanches.

Ce sel ne précipite pas les sels de fer, de mercure ou d'étain au minimum, il n'y a que les hydrosulfates alcalins qui le précipitent à l'état de protosulfure; il ne tache pas la peau et il n'a qu'une saveur très-faible, bien différente du goût métallique si désagréable du chlorure d'or; l'analyse que j'en ai faite m'a donné :

Or.	0,50715
Sodium.	0,11788
Chlore.	0,37497
	1,00000

D'où il suit qu'il se compose d'un atome de protochlorure d'or et d'un atome de chlorure de sodium.

MÉMOIRE

Sur la fabrication de l'acier en Yorkshire, et comparaison des principaux groupes d'aciéries européennes;

Par M. F. LE PLAY, Ingénieur en chef des mines.

INTRODUCTION.

2 classes d'aciéries.

Les aciéries d'Europe se subdivisent en deux classes principales qui se trouvent aujourd'hui placées à peu près au même rang eu égard à l'importance de la production, mais que distinguent des conditions techniques et économiques essentiellement différentes.

Conditions d'existence pour les forges à acier.

Les usines produisant l'acier dit *naturel* emploient des procédés assez analogues à ceux qui sont encore généralement suivis sur le continent pour fabriquer le fer forgé. Les minerais de fer que traitent ces usines doivent présenter plusieurs propriétés spéciales, qui ne se trouvent réunies au plus haut degré que dans les fers carbonatés spathiques : c'est donc auprès de ces sortes de minerais que se sont établis les principaux centres de fabrication de l'acier naturel. Ces minerais, de même que les divers produits successifs qui précèdent la préparation de l'acier brut, doivent être exclusivement élaborés au moyen du combustible végétal; en sorte que les moyens de production des usines appartenant à cette première catégorie, se trouvent nécessairement limités en chaque contrée par les ressources

toujours restreintes que fournissent annuellement les forêts voisines.

Tendant sans cesse à reculer cette limite, et à tirer tout le parti possible de minerais en quelque sorte privilégiés, les exploitants se sont trouvés conduits, d'une part, à concentrer près des mines les hauts-fourneaux et les combustibles nécessaires à la fusion de ces minerais ; de l'autre, à expédier à quelque distance, vers les forêts et les eaux motrices, et de préférence dans la direction des lieux de consommation, les fontes brutes pour les convertir en acier. En outre, la configuration montagneuse des terrains qui recèlent en Europe les principaux gîtes de fers carbonatés spathiques, ne permet pas d'accumuler sur un même point une nombreuse population manufacturière : cette circonstance a également contribué à disperser les aciéries et les fabriques qui en dépendent autour du gîte minéral qui leur fournit la matière première.

En résumé, les usines destinées à la fabrication de l'acier naturel, clairsemées comme les eaux et les forêts, sont néanmoins réunies par groupes, ayant pour centres les grandes mines de fer carbonaté. Chaque forge n'a qu'une médiocre importance, et, quelles que soient les demandes du commerce, la production de chaque groupe reste subordonnée à la production des forêts.

4 groupes principaux de forges à acier.

C'est dans ces conditions qu'existent quatre groupes de forges à acier, qui livrent au commerce les deux tiers environ de l'acier brut fabriqué sur le continent, et qui sont énumérés ci-après suivant l'ordre d'importance :

1° Le groupe des Alpes centrales, dont les nombreuses usines sont éparses en Styrie et en

Carinthie, autour des inépuisables gîtes d'Eisenertz et de Huttenberg; 2° le groupe du Rhin, établi sur la Sieg, la Moselle, la Sarre, etc., à proximité du gîte désigné par le nom caractéristique de *Stahlberg*, et dont plusieurs usines vont chercher jusqu'en Lorraine et en Alsace, dans le même bassin hydrographique, des eaux, des forêts et surtout des débouchés; 3° le groupe de l'Isère, dont les usines alimentées par les gîtes d'Allevard et de Saint-George-d'Heurtières, sont disséminées sur les nombreux affluents de cette vallée; 4° enfin, le groupe de la Thuringe, dont le gîte principal est connu, comme celui du Rhin, sous le nom de *Stahlberg*, et dont les usines sont toutes situées dans la région montagneuse, riche en forêts et en eaux motrices, qui porte le nom de *Thüringerwald*.

Conditions d'existence pour les aciéries de cémentation.

Les usines de la seconde classe fabriquent l'acier dit de *cémentation*, en employant le fer forgé comme matière première.

Les gîtes minéraux, donnant du fer forgé propre à être converti en acier de cémentation, sont beaucoup plus nombreux que les mines d'acier naturel : on pourrait même, à la rigueur, regarder le nombre de ces gîtes comme illimité. Néanmoins, lorsqu'on remonte à l'origine des fers qui alimentent les principaux groupes d'aciéries de cémentation, on reconnaît que cet approvisionnement est encore un privilége à peu près exclusif pour un très-petit nombre de gîtes de la chaîne scandinave, des monts Ourals et des Pyrénées, et pour certaines usines qui élaborent exclusivement ces minerais au moyen du charbon de bois.

La cémentation, n'entraînant aucun déchet sur la matière première, ne doit pas être nécessairement pratiquée, comme la fabrication de l'acier naturel, à proximité des gîtes de minerai. Les principaux groupes d'aciéries de cémentation, par des causes qu'on peut signaler en peu de mots, tendent au contraire chaque jour à se développer dans des conditions toutes différentes.

Les fers forgés, éminemment propres à la fabrication de l'acier, se vendent à un prix beaucoup plus élevé que les autres sortes de fer : les usines qui produisent ces qualités d'élite ont donc une tendance naturelle à porter leur fabrication annuelle au niveau des ressources forestières de la contrée. Sous le rapport des approvisionnements de combustible, comme sous celui des ressources en eaux motrices, ces forges se trouvent placées à peu près dans les mêmes conditions que celles où l'on produit l'acier naturel; elles ne pourraient, en général, trouver dans la contrée les combustibles nécessaires pour convertir leur fer en acier.

A la vérité, la cémentation proprement dite n'entraîne qu'une consommation très-faible de combustible; mais cette opération, si importante au point de vue technique, n'a, sous le rapport des approvisionnements et des dépenses qu'elle exige, qu'une importance très-secondaire dans l'ensemble de l'industrie de l'acier. Les branches les plus essentielles de cette industrie sont celles qui ont pour objet la conversion des barres brutes cémentées en produits marchands, et l'on verra, dans la suite de ce mémoire, qu'elles donnent lieu à des consommations considérables de combustible.

Deux autres circonstances très-importantes ten-

dent à éloigner les aciéries de cémentation des contrées où se produisent les fers à acier.

Il sera prouvé dans ce mémoire que les combustibles minéraux présentent, à pouvoir calorifique égal, dans le travail de l'acier de cémentation, une supériorité décidée sur les combustibles végétaux; les grandes forges de l'Oural et de la Suède, dans le cas même où elles disposeraient d'approvisionnements indéfinis de combustible, se trouveraient donc, pour convertir en acier leurs propres fers, dans des conditions moins favorables que des usines établies sur les bassins houillers de l'ouest de l'Europe.

Les barres marchandes, produites par les aciéries, sont en partie élaborées, pour la consommation immédiate, dans une multitude de petits ateliers où l'on élabore en même temps le fer forgé, et dont la distribution, sur toute la surface de l'Europe, est déterminée par celle de la population. Toutefois, la plus grande partie de la production des aciéries, sert de matière première à des industries extrêmement variées, et qui ne peuvent se développer avantageusement que dans les lieux où se trouvent réunis le combustible, la force motrice et la population manufacturière : telles sont les industries ayant pour objet la fabrication des faux et faucilles, des limes et râpes, des scies, des outils taillants et tranchants de toutes sortes, de la coutellerie, de la quincaillerie, etc. Ces fabriques, qui constituent l'industrie dominante de certains districts, recherchent, en général, les mêmes conditions économiques que les industries manufacturières proprement dites, où s'élaborent les fils et les tissus de coton, de laine, de soie, etc. Elles en diffèrent cependant en

ce qu'elles ne peuvent acquérir toute la perfection désirable, que si le fabricant qui élabore l'acier est en relation intime avec le métallurgiste qui le produit. Souvent, en effet, chaque classe de produits manufacturés exige, dans l'acier servant de matière première, des nuances de qualité extrêmement délicates ; dans certains cas, et, par exemple, dans la fabrication des limes, l'observation rigoureuse de ces nuances importe tellement au succès, qu'il y a toujours avantage à ce que la production et l'élaboration de l'acier soient réunies dans la même usine. C'est par ce second motif que les aciéries de cémentation, au lieu de s'établir près des minerais et des usines qui produisent le fer forgé, se sont développées de préférence dans les districts manufacturiers où se trouve leur principal débouché.

En résumé, les contrées où tendent à se développer les aciéries de cémentation, sont celles qui peuvent recevoir, par des voies de communication économiques, les fers à acier de la Suède et de la Russie ; qui sont abondamment pourvues de combustible minéral ; dont les ressources agricoles permettent l'accumulation d'une nombreuse population manufacturière, et qui surtout disposent d'un vaste marché pour y écouler leurs produits.

Conditions de prospérité des aciéries du Yorkshire.

La partie du Yorkshire (Sheffield, Attercliffe, Marsboroug, etc.), où se trouvent concentrées les principales aciéries de la Grande-Bretagne, réunit au plus haut degré toutes ces conditions de prospérité. Elle est jointe par de bonnes voies navigables (180 kilomètres environ) et par un chemin de fer au port de Hull, situé dans la plus grande baie ouverte sur la côte orientale d'An-

gleterre, vers la mer Baltique; et le mieux placé par conséquent pour recevoir les fers de Suède et de Russie. Le sol y est formé par un vaste terrain houiller, l'un des plus riches de l'Angleterre, dont les charbons extraits à bas prix des mines peu profondes, sont éminemment propres aux diverses subdivisions de la fabrication et de l'élaboration de l'acier. A l'est du district manufacturier se développent les plaines et les prairies fertiles d'York et de Lincoln, traversées par de nombreuses voies navigables qui permettent d'amener à bas prix les vivres nécessaires à la population ouvrière; enfin, les lignes de navigation intérieure et le port de Hull assurent aux aciéries du Yorkshire des communications économiques avec toutes les manufactures et tous les ports du Royaume-Uni, et leur ouvrent ainsi tant à l'intérieur qu'à l'extérieur un débouché, beaucoup plus important que ceux qu'offrirait toute autre région de l'Europe.

Plusieurs autres parties de la Grande-Bretagne offrent aussi des conditions avantageuses pour la fabrication de l'acier : aussi, dès le commencement du dix-huitième siècle, et à diverses époques plus récentes, quelques usines se sont établies sur divers bassins houillers situés à proximité de la mer, et notamment près de Newcastle-on-Tyne, de Liverpool et de Bristol. Mais ces tentatives n'ont pu constituer un centre important de fabrication, parce qu'aucune de ces localités ne réunit au même degré que le Yorkshire les conditions favorables qui ont été précédemment signalées.

Les aciéries du Yorkshire, au contraire, ont pris aujourd'hui une telle extension qu'elles produisent environ les huit dixièmes de la quantité totale

d'acier fabriquée en Angleterre. Elles l'emportent de beaucoup, sous ce rapport, sur chacun des autres groupes d'aciéries de l'Europe. Déjà même, avec le matériel dont elles disposent, elles fabriqueraient au besoin plus d'acier que n'en produisent toutes les usines du continent. Pourvues de ressources indéfinies en combustible, assurées de trouver en Suède et en Russie un large approvisionnement de fers à acier, elles prendraient immédiatement un grand essor, si l'étendue de leurs débouchés répondait à l'importance de leurs moyens de production.

Division du mémoire en trois paragraphes.

Telle est la situation générale des aciéries dont je me propose de décrire les opérations fondamentales. Je consacrerai deux paragraphes à cet objet principal de mes recherches : dans le premier, je décrirai l'industrie qui a pour objet la conversion du fer forgé en acier brut cémenté; dans le second, je signalerai les diverses élaborations que l'on fait subir à cet acier pour le convertir en produits marchands; j'insisterai particulièrement sur la fabrication de l'acier fondu, industrie qui a pris récemment en Angleterre une très-grande extension, et qui est cependant la moins connue de toutes les opérations usuelles de la métallurgie.

J'exposerai sommairement, dans un troisième paragraphe, l'état actuel et l'avenir probable de la fabrication de l'acier dans les divers états de l'Europe. Après avoir insisté plus spécialement sur celles de ces considérations qui s'appliquent aux aciéries françaises, j'indiquerai les mesures qui me paraissent propres à accélérer le développement de ces dernières.

§ Ier. FABRICATION DE L'ACIER DE CÉMENTATION EN YORKSHIRE.

Cette opération, l'une des plus simples de la métallurgie, consiste essentiellement à carburer le fer forgé sous l'influence prolongée d'une haute température et du charbon de bois. Les matières mises en présence sont toujours chauffées en vase clos, c'est-à-dire préservées par des parois réfractaires et imperméables contre l'action des gaz émanant du foyer où se produit la chaleur nécessaire à la réaction.

Suivant l'ordre qui me paraît convenir le mieux à la description de toute industrie métallurgique, je traiterai successivement : 1° du matériel de la fabrication ; 2° des matières premières et du combustible ; 3° du personnel ; 4° de la conduite du travail ; 5° des produits, des consommations et du prix de fabrication de 100 kilogrammes d'acier brut.

1° Matériel de fabrication.

Le fourneau de cémentation est la principale partie du matériel ; depuis un siècle et demi, il a subi dans ses dimensions et ses formes de nombreuses modifications. Les anciens fourneaux où l'on traitait dans une opération moins de 5.000 kilogrammes de fer, ont été progressivement agrandis ; et, dans ces derniers temps, on en a construit qui pouvaient recevoir jusqu'à 40.000 k. Il paraît toutefois que les derniers avaient dépassé la limite la plus convenable pour l'économie et surtout pour la commodité du travail : beaucoup de fourneaux ne reçoivent que 10.000 à 12.000 kilogrammes ; ceux que l'on construit de préférence, même dans les usines où le travail ne

manque pas, ne tiennent que 15.000 à 20.000 kilogrammes.

Tous les fourneaux sont composés de deux caisses parallélipipédiques égales, séparées par la chauffe, et enveloppées sur presque toute leur surface par les gaz de la combustion. Ces gaz, après avoir circulé lentement autour des caisses, sortent de l'enceinte de combustion par des ouvreaux situés à la naissance de cette voûte, sur le pourtour de l'enceinte.

Fourneau de cémentation communément employé en Yorkshire.

La *Planche XII* fait connaître la disposition la plus usitée en Yorkshire, et représente un fourneau où l'on cémente à la fois 17.600 kil. de fer. J'insisterai spécialement sur les détails relatifs à la construction de cet appareil, qui remplit toutes les conditions qu'exige une bonne cémentation, et qui se distingue par une très-faible consommation de combustible.

Les caisses sont construites soit en briques réfractaires, soit en grès quartzeux soigneusement taillé. Les matériaux de ces deux sortes d'enveloppes se trouvent abondamment dans les strates du terrain houiller qui compose le sol de cette partie du Yorkshire. Les parois verticales en grès ont ordinairement 6po. (0m,153) d'épaisseur; celles en briques sont composées de deux couches de briques posées de champ, et n'ont pour épaisseur totale que que 4po. 6li. (0m,114). La paroi horizontale formant le fond des caisses a ordinairement moitié en sus de l'épaisseur des parois verticales : dans les caisses en briques, elle est formée de trois couches de briques posées à plat. La liaison entre les joints est toujours établie au moyen d'une couche mince d'argile réfractaire.

En comparant entre eux des fourneaux de dimensions fort différentes, j'ai été conduit à remarquer que ces dimensions se déduisent par une loi assez simple de la quantité de fer élaborée dans chaque opération.

Formules donnant les dimensions des caisses de cémentation.

J'ai d'abord constaté que des ouvriers expérimentés peuvent, sans compromettre le succès de l'opération, porter le volume de fer chargé dans chaque caisse aux $\frac{36}{100}$ du volume total de celle-ci.

La plus longue dimension du vide intérieur des caisses, que je nommerai *longueur*, est toujours horizontale, et son cube varie dans la même proportion que le poids de la charge ou le volume de la caisse. C'est ainsi que cette longueur est ordinairement de 9pi. 2po. (2m.80) dans un fourneau de 10.000 kilogr., et s'élève à 11 pi. (3m,353) dans le fourneau de 17.600 kilogr. que représente la *Pl. XII.* On s'écarte cependant un peu de la loi numérique que je viens d'indiquer, lorsqu'il y a quelque convenance spéciale à donner aux barres à cémenter une longueur déterminée.

L'*épaisseur* (je donne ce nom à la moindre dimension du vide intérieur) est tantôt verticale, tantôt horizontale : c'est la dimension qui varie le moins; elle reste ordinairement comprise entre 0m,70 et 0m,90. Dans les fourneaux où la charge n'excède pas 24.000 kilogr., cette dimension varie encore sensiblement comme la racine cubique de la charge; au delà de cette limite, elle croît dans une proportion un peu moindre.

En résumé, la comparaison d'un grand nombre de fourneaux de cémentation m'a conduit aux formules empiriques suivantes, à l'aide desquelles on pourra déterminer fort approximativement les dimensions des caisses, pour des fourneaux où la

charge varie entre 10.000 et 24.000 kilogrammes. P y indique la charge totale en kilogrammes; *v*, *l*, *e*, représentent respectivement le *volume intérieur*, la *longueur* et l'*épaisseur* des caisses.

$$v = 0^{m.cu.},000178\,P$$
$$l = 0^{m},13\sqrt[3]{P}$$
$$e = 0^{m},032\sqrt[3]{P}$$

Pour le fourneau que représente la *Pl. XII*, les dimensions directement observées sont :

	pi.	po.		
$v =$				$3^{m.cu.},138$
$l =$	11	2	ou	$3^{m},41$
$e =$	2	10	ou	$0^{m},86$

Pour un fourneau où la charge était seulement de 10.000 kilogr., l'observation a donné les nombres suivants :

	pi.	po.		
$v =$				$1^{m.cu.},764$
$l =$	9	2	ou	$2^{m},80$
$e =$	2	$3\frac{1}{2}$	ou	$0^{m},70$

Disposition générale des caisses.

Les six faces rectangulaires de chaque caisse sont exposées, comme on l'a dit, à l'action de la flamme, sauf dans les points d'appui qu'il est indispensable de prendre sur cinq d'entre elles, et surtout sur la face inférieure, pour donner aux caisses l'assiette convenable. Cette dernière face repose sur des supports pleins en maçonnerie, à section carrée, laissant entre eux des vides de même forme, tous perpendiculaires à la longueur des caisses.

Dans le fourneau que représente la *Pl. XII*, et dont les caisses sont construites en grès quartzeux, les supports pleins et les carneaux inter-

médiaires ont 9po. (0m,229) de côté. Les parois verticales des caisses sont soutenues par seize petites cloisons (*fig.* 1) ayant $4\frac{1}{2}$ po. (0m,114) d'épaisseur, comprises sur toute la hauteur des caisses entre celles-ci et l'enceinte du fourneau. Sept autres cloisons (*fig.* 1, 2 et 3) sont placées entre les caisses au-dessus de la chauffe : et quelquefois la cloison centrale, plus épaisse que les autres, descend au-dessous du niveau de la grille et divise la chauffe en deux parties.

Dans les fourneaux construits en briques, les massifs pleins et les carneaux situés au-dessous des caisses ont ordinairement pour largeur 4po. 6li. (0m,114), ou la dimension moyenne de la brique; les points d'appui sont formés par des briques encastrées et posées de champ dans la maçonnerie de l'enceinte; ils sont disposés en quinconce et séparés dans une même ligne horizontale par deux longueurs de brique, ou 1pi. 6po. (0m,46).

Disposition et dimensions de la chauffe.

Les deux caisses sont placées au même niveau, et d'une manière symétrique par rapport à la chauffe qui les sépare. Celle-ci a toujours une longueur égale à celle des caisses : la largeur c de cette chauffe, ou l'intervalle compris entre les deux caisses, varie avec le poids P de la charge, à peu près suivant la loi qu'indique la formule :

$$c = 0^{m},0176\sqrt[3]{P}.$$

Cette formule ne donne de résultat exact que pour les fourneaux dont la charge est comprise entre 13.000 et 24.000 kilog. Le coefficient diminue pour des fourneaux de plus grande dimension : il augmente pour les fourneaux plus petits, surtout lorsqu'il existe au milieu de l'intervalle

compris entre les caisses un massif plein divisant la chauffe en deux parties. Pour le fourneau que représente la *Pl. XII*, la formule et l'observation conduisent à une largeur de chauffe de 1$^{pi.}$ 6$^{po.}$ (0^{m},458). Les barreaux en fer forgé, au nombre de cinq, ont environ 15$^{li.}$ (0^{m},033) d'équarrissage; ils sont supportés par cinq traverses en fonte au-dessus d'un cendrier ayant même largeur que la chauffe et environ 2$^{pi.}$ 5$^{po.}$ (0^{m},73) de hauteur.

La face supérieure des barreaux est à 15$^{po.}$ (0^{m},381) en contre-bas de la partie inférieure des carneaux ménagés sous les caisses. Suivant l'axe de la chauffe, sont pratiquées dans les deux parois opposées du fourneau deux ouvertures larges de 18$^{po.}$ (0^{m},458), hautes de 12$^{po.}$ (0^{m},305), et dont le seuil est à 12$^{po.}$ au-dessus des barreaux. Elles servent à charger la houille sur la grille et sont fermées pendant le travail par des portes en fonte.

Forme et dimensions de l'enceinte de combustion, et des ouvertures qui y sont pratiquées.

L'enceinte qui enveloppe les caisses et la chauffe, et dans laquelle le combustible développe son effet calorifique, se compose de quatre parois verticales, recouvertes par deux voûtes surbaissées et raccordées en arc de cloître. La forme et les dimensions de cette enceinte sont intimement liées aux dimensions des caisses et du foyer. Les parois verticales sont à 6$^{po.}$ (0^{m},153) des faces extérieures des caisses : la naissance des voûtes est exactement au niveau de la face supérieure des caisses; leur hauteur commune varie ordinairement de 2$^{pi.}$ 10$^{po.}$ (0^{m},86) à 3$^{pi.}$ 4$^{po.}$ (1^{m},01); dans le fourneau que représente la *Pl. XII*, elle est de 3$^{pi.}$ (0^{m},91). Cette hauteur est nécessaire pour que les

ouvriers se tiennent aisément dans le fourneau, lorsqu'ils chargent les caisses ou enlèvent l'acier.

Le vide intérieur du fourneau est donc rectangulaire et a pour dimensions :

	pi.	po.	
Côté parallèle à la chauffe.	13	2	ou $4^m,01$
Côté perpendiculaire à la chauffe. .	11	6	ou $3^m,50$

Il existe toujours à la naissance des voûtes six ouvertures rapprochées trois à trois (*fig.* 1 à 4) sur les deux côtés opposés du fourneau. Les deux plus grandes, situées dans l'axe même du fourneau au-dessus des portes de chargement servent au passage des ouvriers; quatre ouvertures plus petites, disposées symétriquement devant les petites faces des caisses, servent à introduire les barres de fer et à retirer les barres d'acier. Toutes sont hermétiquement fermées pendant le travail par des cloisons formées de briques et d'argile.

Deux ouvertures carrées encore plus petites, (*fig.* 5), ayant au moins 4 po. 6 li. ($0^m,114$) de côté, sont en outre pratiquées de part et d'autre du fourneau, environ au milieu de la dimension verticale des caisses. Ce sont les extrémités de petits conduits, au moyen desquels l'ouvrier peut retirer de l'intérieur des caisses, dans le cours même de l'opération, et à diverses époques successives, des barres d'essai disposées à cet effet lors du chargement des caisses. Ces barres permettent de juger du progrès de la cémentation, et de reconnaître le moment où l'opération est terminée.

La flamme, après avoir circulé autour des caisses, sort de l'enceinte de combustion par huit ouvertures (*fig.* 1, 2 et 3) disposées deux à deux sur chacune des quatre parois verticales. Ces orifices,

qui distribuent la flamme d'une manière uniforme, sont établis au niveau de la face supérieure des caisses et à la naissance de la voûte; ils sont carrés; ont 6po. (0m,153) de côté, et communiquent, par des carneaux de même section, avec 6 cheminées verticales, carrées, de 8po. (0m,204) de côté, s'élevant à peine de quelques pouces au-dessous du niveau de la voûte.

Tour donnant issue aux gaz de la combustion.

Une grande tour (*fig.* 1, 2, 3 et 4), établie sur de solides fondations, et construite en briques communes, donne issue aux gaz sortant des petites cheminées. Elle a une forme à peu près conique, et une section horizontale circulaire; ses dimensions principales, assez variables d'une usine à l'autre, étaient les suivantes, dans l'usine que représente particulièrement la *Pl. XII*.

	pi.	po.	lig.		
Diamètre extérieur au niveau du sol.	26	6	0	ou	8m,08
Épaisseur de la maçonnerie *ibid.* . .	1	9	0	ou	0m,53
Diamètre intérieur de l'orifice cylindrique supérieur.	1	8	6	ou	0m,52
Épaisseur de la maçonnerie, *ibid.* . .	0	4	6	ou	0m,11
Élévation de la partie conique au-dessus du cendrier.	36	3	0	ou	11m,05
Hauteur de la partie cylindrique. .	4	0	0	ou	1m,22
— totale de la tour.	40	3	0	ou	12m,27

Le diamètre de la tour, au niveau du sol, est toujours déterminé par la condition que le fourneau et ses cheminées y puissent être contenus. L'espace compris entre le fourneau et la tour est rempli, jusqu'au niveau de la naissance de la voûte, par de la maçonnerie commune (*fig.* 1, 2 et 3). Deux embrasures opposées (*fig.* 1, 2 et 4) sont ouvertes dans la tour, suivant l'axe de la chauffe, et donnent accès au fourneau. Elles ont

6$^{pi.}$ (1^{m},83) de largeur; commencent au niveau du cendrier, et s'élèvent à 5$^{pi.}$ (1^{m},52) au-dessus du niveau du sol; elles ont en tout 11$^{pi.}$ 3$^{po.}$ (3^{m},43) de hauteur.

Disposition générale d'une aciérie de cémentation.

Les fourneaux de cémentation sont, tantôt isolés, tantôt réunis, au nombre de deux à cinq dans une seule usine. Ordinairement l'atelier de cémentation comprend deux fourneaux, et l'une des meilleures dispositions que j'aie observées, dans ce cas, est celle que représente la *Pl. XII*.

Les deux fourneaux sont réunis dans une même halle rectangulaire (*fig.* 6, 7 et 8), longue de 32^{m},62, large de 10^{m},52. Au-devant des portes de chauffe, et suivant le grand axe de la halle, sont pratiquées des fosses ayant même largeur que les embrasures de la tour, et qui se prolongent dans l'atelier à 4$^{pi.}$ (1^{m},22) au delà du massif de cette dernière. On réserve des passages de 4$^{pi.}$ entre les murs de la halle, le massif de la tour et les fosses extrêmes; les deux fosses situées vers le centre de l'atelier sont distantes de 30$^{pi.}$ (9^{m},14).

Il convient d'élever les sablières du toit à une assez grande hauteur au-dessus du sol, 15$^{pi.}$ 6$^{po.}$ (4^{m},72) environ, afin que les ouvriers puissent manœuvrer aisément et placer debout, le long des murs, les barres de fer à acier. Une porte large de 9$^{pi.}$ (2^{m},74), permet aux voitures d'entrer au milieu de la halle, et de diminuer autant que possible les frais de transbordement des fers et aciers : c'est dans ce but qu'on réserve entre les fourneaux un espace considérable. Cet espace est en outre nécessaire pour emmagasiner

les fers et les aciers, pour les peser, pour couper les barres de fer à la longueur convenable, pour déposer et charrier la houille consommée dans chaque poste ; enfin, pour exécuter commodément toutes les manipulations qui seront décrites dans la suite de ce paragraphe.

Fourneau à cheminée employé moins usuellement que le précédent.

J'ai vu par exception, en Yorkshire, et j'ai retrouvé, aux environs de Liverpool et de Bristol, des fourneaux de cémentation construits sur un principe tout autre que le type précédemment décrit, lequel, ainsi que je l'ai déjà annoncé, appartient plus spécialement aux aciéries du Yorkshire.

Les caisses, la chauffe, les carneaux et l'enceinte extérieure, sont disposés exactement de la même manière jusqu'au niveau du bord supérieur des caisses : les différences tiennent surtout à ce que la voûte qui recouvre l'enceinte est mobile, et à ce que le tirage est produit par une cheminée.

La voûte est toujours en arc de cloître, mais beaucoup plus surbaissée que dans les fourneaux précédemment décrits : sa hauteur ne varie guère qu'entre $0^m,40$ et $0^m,55$. Les briques qui composent cette voûte reposent sur un cadre rectangulaire en fonte, supporté lui-même par quatre petites roues, glissant au besoin sur des barres de fer parallèles. On déplace aisément la voûte lorsqu'il faut vider les caisses ; on la replace sur le fourneau avant de remettre celui-ci en feu, et on lute avec de l'argile l'espace compris entre la partie fixe et la partie mobile.

La cheminée a toujours une fondation indépendante de celle des fourneaux : ceux-ci, au nombre de deux, sont ordinairement disposés d'une manière symétrique de part et d'autre de cette chemi-

née. Les gaz de la combustion sortent toujours par un orifice pratiqué au centre et à la partie supérieure de la voûte mobile, et se rendent à la cheminée par un rampant fixe horizontal, suspendu au-dessus du fourneau par des tirans en fer, attachés aux fermes de l'atelier. On conçoit que, dans cette disposition, les gaz de la combustion auraient tendance à se rendre immédiatement du foyer dans le rampant sans échauffer le pourtour des caisses : on remédie à cette tendance, et l'on prolonge la durée de l'action calorifique de la flamme, en fermant complétement, par une cloison horizontale établie au niveau du bord supérieur des caisses, l'intervalle compris entre celles-ci au-dessus de la chauffe. La flamme se trouve ainsi obligée de circuler dans l'espace, large de 6po. (0m,153), compris entre les caisses et l'enceinte ; on retarde en outre la sortie de la flamme, en réduisant à peu près à 1po. 6li. (0m,038) la largeur des carneaux au niveau du bord supérieur des caisses. La cheminée détermine toujours dans le fourneau, excepté quand on le met en feu, un excès de tirage : on règle la combustion, non plus comme dans le fourneau du Yorkshire, en agissant sur la grille, mais bien en ouvrant sur le rampant horizontal un orifice qui y donne accès à une quantité d'air d'autant plus grande, que l'on veut restreindre davantage l'activité de la combustion.

Ce mode de construction me paraît avantageux sous plusieurs rapports : il se prête aisément au chargement et au déchargement des caisses ainsi qu'à la conduite du feu ; bien qu'il exige beaucoup d'armatures en fer et en fonte qui sont inutiles dans l'autre système, il n'entraîne pas, à ce qu'il semble, des frais plus considérables de premier établis-

sement. La consommation de combustible y est un peu moindre, pourvu que l'ouvrier soit très-attentif à régler le feu et à fournir du combustible à la grille. En résumé, il me paraît qu'on doit accorder la préférence à ce fourneau sur celui du Yorkshire, dans les usines où la main-d'œuvre est à bas prix, et où l'on opère sur de petites charges de fer.

Le matériel d'une aciérie de cémentation comprend en outre une enclume, des ciseaux à froid et des marteaux pour découper les barres de fer; des balances pour peser les fers et les aciers; des brouettes pour approcher des fours la houille qui est d'abord déposée en tas dans la cour; des pelles, des ringards droits ou recourbés, pour charger, nettoyer ou piquer la grille, etc.

2° Matières premières et combustible.

Un choix judicieux de matières premières, est la condition qui importe le plus au succès des aciéries de cémentation. Le travail le plus perfectionné ne saurait remédier aux défauts que présenterait le fer à élaborer. A cet égard, les fabricants possèdent toutes les informations désirables d'innombrables expériences suivies pendant deux siècles, sur une grande échelle, par tant d'exploitants réunis dans le même lieu et adonnés à la fabrication des mêmes produits, ont mis depuis longtemps en évidence toutes les qualités qui distinguent les diverses sortes de fer employées en Yorkshire.

Difficulté d'établir les règles à suivre pour le choix des fers à cémenter.

Toutefois ces connaissances, que les ouvriers mettent journellement à profit pour la pratique de leur art, et qui seules pourront servir de base à une théorie complète du travail de l'acier, n'ont pu jusqu'à ce jour être classées dans le domaine

de la science. Parmi les obstacles que les savants ont à vaincre en poursuivant ce genre d'études, je signalerai surtout les suivants.

Les artistes de toute classe et de tout pays sont en général peu disposés à communiquer aux autres les résultats de leur expérience : chez la plupart des industriels du Yorkshire, cette disposition est érigée en système. D'ailleurs, les exploitants qui montrent à cet égard des intentions libérales, sont rarement en état de donner eux-mêmes des éclaircissements sur des opérations qu'ils ne dirigent que sous le rapport commercial et dont ils abandonnent la direction technique à de simples ouvriers. Ces derniers sont les véritables métallurgistes du Yorkshire, et c'est auprès d'eux seulement qu'on peut recueillir les éléments de la science des aciéries. Mais là comme ailleurs il n'y a guère de langue commune entre les savants et les ouvriers : il est par exemple fort difficile dans beaucoup de cas de déterminer quelles qualités un ouvrier signale en disant qu'un fer a *du corps*, est *sain*, *fort*, *dur*, etc.; toutes expressions qui ont cependant un sens très-précis et qui désignent des propriétés parfaitement appréciables pour l'ouvrier qui met le fer en œuvre. Ce qui augmente encore la difficulté de ces sortes d'études, c'est que ces expressions n'ont pas toujours la même signification pour deux ouvriers attachés à deux branches différentes du travail de l'acier. Enfin pour arriver à des résultats dignes de confiance il faut savoir se mettre en garde contre les observations inexactes des ouvriers; contre l'exagération avec laquelle ils apprécient ordinairement l'importance de certaines propriétés, essentielles peut-être pour la spécialité qu'ils exploitent,

mais tout à fait secondaires dans l'ensemble de l'industrie de l'acier.

D'un autre côté, les questions que soulève le choix des fers élaborés dans les aciéries de cémentation sont extrêmement complexes, et il ne serait pas possible de les traiter avec tous les détails qu'elles comportent dans le cadre d'un simple mémoire; je me bornerai donc à exposer ici succinctement les principaux faits que de longues recherches et diverses circonstances favorables m'ont déjà permis de constater.

Classification et prix courants des fers employés en Yorkshire.

Le point de départ de toutes les études relatives aux qualités du fer à acier, doit être pris dans la comparaison des valeurs commerciales de ces fers. Il s'en faut de beaucoup, comme on le verra plus loin, que le prix marchand soit un moyen absolu de classement pour chaque propriété importante; mais il forme, si l'on peut s'exprimer ainsi, la commune mesure la plus précise dont on puisse se servir pour apprécier dans les différents fers l'ensemble des propriétés utiles. J'ai réuni dans le tableau suivant les résultats que j'ai recueillis à ce sujet en Yorkshire, en 1836 et en 1842, et ceux que je dois à la bienveillance de personnes en position de bien connaître le commerce des fers à Hull et à Sheffield, de même que la situation des forges suédoises, norwégiennes et russes qui approvisionnent ces marchés.

Les fabricants du Yorkshire élaborent en outre des fers préparés en Angleterre par des méthodes très-variées, qui, à l'exception d'une seule, admettent toutes l'emploi simultané de la houille et du charbon de bois. Ces fers, dont la qualité a été améliorée dans ces dernières années, font concurrence

aux dernières marques de Suède; mais ils ne sont employés seuls que pour des usages peu nombreux.

Prix courants des fers suédois, norwégiens, russes et anglais employés dans les aciéries du Yorkshire.

FORGES SUÉDOISES ET NORWÉGIENNES.	PRIX de la tonne anglaise.		PRIX du quintal métrique.
	l.	sh.	f. c.
Löfsta et Carlholm (Upsala-Lan)	35	0	86,84
Gimo et Ranäs (*Id.*)	31	0	76,91
Osterby (*Id.*)	30	0	74,43
Forssmark (Stockholm-Lan)	28	0	69,47
Stromsberg et Ullforss (Upsala-Lan)	28	0	69,47
Gysinge (Gefleborgs-Lan)	27	0	66,99
Wattholma (Upsala-Lan)	26	0	64,51
Hargs (Stockholm-Lan)	26	0	64,51
Shebo et Ortala (Fahlu-Lan)	25	0	62,03
Oster-Riisoër (forges voisines de) (Nadenæs)	24	10	60,79
Elfkarleö (Upsala-Lan)	21	0	52,10
Sorforss (West-Norrlands-Lan)	21	0	52,10
Hedhaker (Westeras-Lan)	18	10	45,90
Backaforss (Elfsborg-Lan)	18	10	45,90
Soderforss (Upsala-Lan)	18	0	44,66
Norberg (Gefleborgs-Lan)	17	10	43,42
Hedwigsforss (*Id.*)	17	10	43,42
Dadran (Fahlu-Lan)	16	10	40,94
Rishyttan (*Id.*)	16	0	39,70
Catharineberg (Gefleborgs-Lan)	15	10	38,46
Thurbo et Wikmanshyttan (Fahlu-Lan)	15	10	38,46
Awesta (*Id.*)	15	0	37,22
Ludwika (*Id.*)	15	0	37,22
Swana (Westeras-Lan)	15	0	37,22
Amoth (Gefleborgs-Lan)	15	0	37,22
Strombacka et Swabenswerk (*Id.*)	15	0	37,22
Tjarnes Nedre et Robertsholm (*Id.*)	15	0	37,22
Hamarby (*Id.*)	15	6	37,22
Storforss (Carlstadt-Lan)	15	0	37,22

FORGES SUÉDOISES ET NORWÉGIENNES (Suite).	PRIX de la tonne anglaise.		PRIX du quintal métrique.
	l.	sh.	f. c.
Quarntorp (Carlstadt-Lan)	15	0	37,22
Friedricsberg (*Id.*)	14	10	35,98
Fagersta (Westeras-Lan)	14	10	35,98
Sikforss (Orebro-Lan)	14	10	35,98
Melderstein (Norrbottens-Lan)	14	10	35,98
Snoa, Andersforss, Ericsforss (Fahlu-Lan)	14	10	35,98
Spjutback (Carlstadt-Lan)	13	0	32,25
Larsansjo (Westeras-Lan)	13	0	32,25
FORGES RUSSES.			
Nijni-Taguilsk (Perm)	19	0	47,14
Katav-Ivanovsk (Orenbourg)	17	10	43,42
Jourzen-Ivanovsk (*Id.*)	14	10	35,98
Néviansk (Perm)	14	10	35,98
FORGES ANGLAISES.			
Bagbarrow, Sparkbridge, Nibthwaite (Lancashire)	17	0	42,18
Lowmoor (Yorkshire)	16	0	39,70
Tividale (Staffordshire)	15	10	38,46
Bowling (Yorkshire)	15	0	37,22

Propriétés physiques des fers à acier

Tous les fers du Nord que recherchent les fabricants d'acier de cémentation se distinguent par une structure grenue, compacte, et par une couleur gris-bleuâtre éclatante qui rappelle un peu celle du zinc. On observe assez souvent dans la section transversale d'une barre tous les passages de ce type dominant à une structure lamellaire très-prononcée, et plus rarement à la structure fibreuse. Dans ce dernier cas les barres entaillées à froid, au lieu de se rompre suivant une fracture à

peu près plane, s'arrachent en fibres qui semblent être composées d'une multitude de lames juxtaposées. La surface de ces lames est d'un blanc mat un peu argentin; leur tranche, lorsqu'elle a été contournée par suite de la rupture opérée à froid, présente un reflet soyeux semblable à celui qu'offre, dans la même circonstance, la cassure du cuivre affiné. Il est extrêmement difficile de rompre les barres à froid, alors même qu'on les a fortement entaillées avec un ciseau d'acier.

Qualités recherchées dans les fers par les fabricants d'acier.

La propriété essentielle de ces fers est de donner, par une élaboration convenable, un produit jouissant au plus haut degré des qualités utiles de l'acier, c'est-à-dire pouvant acquérir une très-grande dureté par la trempe et un vif éclat par le poli, se soudant aisément, jouissant d'une grande élasticité, pouvant être fréquemment repassé au feu sans reprendre les qualités ordinaires du fer forgé. Elle me paraît être intimement liée à la nature des minerais d'où provient le fer; car en remontant à l'origine des fers classés sous ce rapport au rang le plus élevé, j'ai constaté qu'ils proviennent tous d'un nombre très-limité de gîtes de fer oxydulé. La qualité des objets fabriqués, c'est-à-dire la propriété qu'ont ces objets d'être plus ou moins durs, tranchants, polis, élastiques, etc., mesure à cet égard le classement des matières premières, et, en partie, leur valeur commerciale. On conçoit qu'il en doit être ainsi puisque, d'une part, les frais de fabrication d'un objet d'acier restent constants, quelle que soit la nature du fer, et que, d'autre part, le prix de vente de cet objet s'accroît avec la perfection de la matière première dont il est composé. Cette propriété, que je pro-

poserais de nommer *propension aciéreuse*, distingue les fers énumérés précédemment de la plupart des fers marchands de l'Europe, et se trouve développée au degré le plus éminent dans les premières marques de Suède, de Norwége et de Russie.

Une seconde propriété fort importante, est la continuité de tous les éléments de la masse ferreuse. Les défauts opposés à cette qualité se manifestent pendant les élaborations successives qui constituent le travail de l'acier, et d'une manière plus ou moins prompte, suivant la qualité du fer et la nature des élaborations. Le symptôme le plus général et le plus décisif est tiré de l'aspect que présentent les barres brutes après qu'elles ont été soumises à la cémentation. Ces barres doivent conserver leur forme première; leur surface peut être couverte de petites bosses fort nombreuses qui semblent produites par l'action d'un gaz qui se serait développé dans la masse ferreuse lorsque celle-ci avait acquis dans le fourneau de cémentation un certain degré de mollesse; mais il est essentiel que ces sortes d'ampoules aient de très-petites dimensions (moins de 1 centimètre), et soient distribuées à peu près uniformément sur toute la surface des barres. De très-grandes ampoules, et surtout de larges fissures irrégulièrement disséminées sur la barre, sont un des symptômes assurés du manque de continuité. Les fabricants caractérisent souvent ce défaut de diverses manières, en disant que le fer manque de *corps*, qu'il n'est pas *sain*, etc.

Cette propriété n'est peut-être pas indépendante de la nature des minerais de fer; car elle paraît être développée à un degré différent dans

des fers provenant de diverses sortes de minerais, mais préparés par les mêmes méthodes. Il est toutefois beaucoup plus facile de constater que les nuances les plus légères apportées au traitement métallurgique des minerais identiques suffisent pour établir sous ce rapport des différences prononcées dans la qualité des fers.

Les énormes différences de prix qui existent entre les meilleures marques de Suède, de Norwége et de Russie paraissent dépendre surtout des défauts de continuité, et lorsqu'on suit avec attention les manipulations qu'on fait subir dans diverses sortes d'ateliers, à l'acier brut de cémentation, on ne tarde pas à comprendre pourquoi les fabricants attachent à cette propriété une si grande importance. L'expérience prouve que les parois des grandes gerçures produites pendant la cémentation ne se rapprochent qu'avec une extrême difficulté sous l'influence des corroyages qu'on fait subir à l'acier brut avant de le mettre en œuvre. Très-souvent, au lieu même où ces gerçures existaient, persistent des solutions de continuité ordinairement décélées par la présence de taches grises ou noires, que les ouvriers désignent sous le nom de *pailles*. Ces pailles, qui ne se laissent pas voir à la surface des barres corroyées, ni même des objets bruts façonnés (instruments tranchants, limes, etc.), sont mises en évidence par la dernière façon (le poli ou la taille); en sorte qu'on ne reconnaît la convenance de mettre l'objet au rebut que lorsqu'on y a appliqué en pure perte la totalité de la main-d'œuvre que comporte cette fabrication. Il existe certaines qualités de fer qui possèdent au plus haut degré la propension aciéreuse, et qui donnent des aciers tellement pailleux, que

les objets à rebuter entrent au moins pour un tiers dans la somme totale des produits. On conçoit donc que les pertes de matières et de main-d'œuvre qu'entraînent ces rebuts déprécient singulièrement la matière première, alors même que les produits non rebutés occupent dans le commerce le même rang que ceux des marques les plus estimées. Les fers anglais que l'on emploie maintenant en Yorkshire se recommandent ordinairement par leur parfaite continuité : c'est par ce motif que les aciéries les recherchent pour certains usages, bien que sous le rapport de la propension aciéreuse, ils restent au-dessous des marques les plus communes de Suède et de Russie.

Je le répète, cette propriété joue un rôle fort important dans le classement des fers d'acier. Beaucoup de faits soigneusement constatés pour plusieurs marques dont j'ai suivi comparativement une multitude d'élaborations successives, me permettent d'affirmer que cette seule cause établit des différences de trente pour cent dans les prix de ces marques, bien que celles-ci se montrent d'ailleurs, sous les autres rapports, entièrement identiques.

Parmi les propriétés que les fabricants recherchent dans les fers à acier, je signalerai encore l'uniformité de la texture. Les fabricants m'ont souvent signalé, comme également bonnes pour la fabrication de l'acier, des barres présentant une structure soit sublamellaire, soit grenue, soit enfin grenue compacte avec quelques passages à la structure fibreuse ; mais il est utile que chacune de ces textures persiste dans toute l'étendue d'une même barre. L'expérience prouve que, dans le cas contraire, les diverses parties de la barre prennent

pendant la cémentation, un degré différent d'aciération, d'où il résulte que pour amener ensuite l'acier à un certain degré d'homogénéité, il faut un corroyage plus prolongé, et, par suite, des frais plus considérables.

J'aurai plusieurs fois occasion, dans la suite de ce mémoire, et particulièrement dans le deuxième paragraphe, de revenir sur l'influence de ces propriétés des fers, et de faire apprécier la cause des énormes différences de prix qui existent entre les diverses marques.

Formes et dimensions des barres à cémenter.

Les barres de fer à acier, sauf quelques cas exceptionnels, ont toujours une forme aplatie qui, pour une même section transversale, se prête beaucoup mieux que la forme carrée ou ronde au progrès de la cémentation. Les barres doivent toujours avoir une grosseur assez considérable, afin que la quantité de fer contenue dans les caisses soit aussi grande que possible; on ne s'écarte de cette règle que pour certaines fabrications spéciales. La section absolue des barres descend rarement au-dessous de 6 centimètres carrés, souvent elle s'élève à 20 cent. car. L'épaisseur varie ordinairement entre $0^m,008$ et $0^m,020$, et la plus grande dimension, entre $0^m,060$ et $0^m,140$.

Cément employé en Yorkshire.

Plusieurs fabricants m'ont affirmé que les céments complexes signalés dans la plupart des ouvrages qui traitent de la fabrication de l'acier, et même dans les technologies anglaises, n'ont jamais été d'un emploi général. Dans leur opinion, les recettes bizarres données à ce sujet, de même que pour les prétendus fondants nécessaires à la fusion de l'acier, ont souvent été indiquées dans

le but de donner le change sur les difficultés réelles de la fabrication de l'acier. Le seul réactif que j'aie vu charger avec le fer dans les caisses de cémentation est le charbon de bois concassé, partie à l'état pulvérulent, partie en petits fragments dont les plus gros ont rarement un volume excédant 2 centimètres cubes.

Ce charbon est fabriqué avec les branches et les menus débris provenant des futaies exploitées pour bois d'œuvre dans un rayon de 35 kilomètres autour de Sheffield; l'essence dominante est le chêne. Dans l'état où il arrive aux usines, ce charbon est déjà très-menu et pèse environ 325 kilog. le mètre cube; il coûte moyennement 5fr.,40 les 100 kilog. On a souvent essayé, sans succès, d'employer comme cément le charbon calciné d'une opération précédente; ordinairement on diminue un peu la dépense sans altérer sensiblement la propriété carburante du cément, en passant avec le charbon neuf un quart de charbon calciné.

Houille employée pour le chauffage des fourneaux.

La houille est le seul combustible employé en Yorkshire, soit pour la cémentation, soit pour toutes les autres branches du travail de l'acier.

On recherche de préférence les houilles très-gazeuses qui s'agglomèrent au feu sans se fondre ou se boursoufler. On emploie le mélange de menus et de fragments qui reste après le triage des gros morceaux. Ce mélange, après un transport qui s'étend rarement à 8 kilomètres, coûte, suivant la position de l'usine et le choix de la houille, de 1fr.,00 à 1fr.,12 les 100 kil. On pourrait employer à la rigueur des houilles menues de qualité inférieure qui ne coûteraient guère, rendues aux usines,

que $0^{fr.},50$; mais on compliquerait par là, sans avantage, la conduite de l'opération; l'économie obtenue sur l'achat du combustible serait balancée par la plus grande durée de l'opération et par les inconvénients de l'irrégularité du feu. Ces sortes de houilles, abondantes en Yorkshire, ne sont guère employées que pour le chauffage des chaudières à vapeur.

L'analyse m'a indiqué la composition suivante, pour une variété de houille considérée comme étant d'un bon emploi dans le chauffage des fourneaux de cémentation :

Matières gazéifiées par la calcination en vase clos.	0,369
Carbone, résidu de la calcination.	0,567
Cendres argileuses, légèrement ferrugineuses. . .	0,064
	1,000

3° Personnel d'un atelier de cémentation.

La conduite d'un fourneau de cémentation exige le concours de deux ouvriers. Leur travail consiste à préparer les barres, à charger et à décharger les caisses, à aider les ouvriers qui apportent les matières premières ou qui emportent les produits, enfin à charger la grille et à gouverner le feu pendant toute la durée de l'opération. La conduite d'un seul fourneau ne suffit pas pour employer complétement le temps de deux ouvriers; ordinairement trois ouvriers peuvent maintenir deux fourneaux au maximum d'activité. Une usine qui tient deux fourneaux constamment actifs, garde à l'année trois ouvriers qui fournissent environ 320 journées de travail effectif; elle emploie en outre accidentellement le travail supplémentaire d'un aide qui fournit environ 130 journées par an.

Le prix moyen de la journée de travail de ces divers ouvriers est de $3^{fr.},62$.

4° Conduite du travail dans un atelier de cémentation.

Préparation des barres de fer.

Les ouvriers commencent par couper à la longueur convenable les barres à cémenter, et leur donnent toujours $2^{po.}$ ($0^{m},051$) de moins que la plus longue dimension des caisses. Sans cette précaution, les barres qui sont plus dilatables que la matière terreuse des caisses, briseraient infailliblement ces dernières.

Chargement et préparation du fourneau.

Le fourneau depuis longtemps refroidi, ayant subi les réparations qui pouvaient être nécessaires, un des ouvriers s'y introduit pour procéder au chargement des caisses, tandis qu'un autre se tient au dehors pour approcher le fer et le cément. On place d'abord au fond de chaque caisse une couche de cément épaisse de $0^{m},08$, puis on stratifie de deux manières différentes le fer avec de nouvelles couches de cément. Tantôt on pose à plat et par lits horizontaux les barres à peu près juxtaposées, et on les sépare par des couches de charbon épaisses de $0^{m},008$ à $0^{m},015$; tantôt on dispose le fer en lits horizontaux où les barres placées de champ ne comprennent entre elles que quelques millimètres de cément. Ces lits sont séparés par des lits horizontaux de cément épais de $0^{m},01$ environ. Les fragments de barres sont soigneusement placés bout à bout et subdivisés au besoin, de manière que la stratification du cément et des barres étant convenablement observée, le volume occupé par le fer soit aussi grand que possible. Lorsqu'on est arrivé au niveau des quatre ouvreaux, on y dispose des fragments de barres, de telle sorte qu'on les puisse aisément retirer, pour juger par leur aspect du progrès de la cémentation. Enfin on

termine toujours le chargement par une couche de cément épaisse de $0^m,08$ qui doit rester à quelques centimètres au-dessous du bord supérieur des caisses.

Les caisses ainsi chargées sont hermétiquement fermées par un moyen aussi simple qu'efficace : au-dessus de la dernière couche de charbon, on applique une couche de $0^m,10$ d'une sorte de mortier formé des détritus pulvérulents qui se déposent au pied des meules où l'on polit et où l'on aiguise les outils tranchants et taillants, et une multitude d'objets de coutellerie. Cette matière abondamment fournie par les ateliers du Yorkshire se compose essentiellement de quartz pulvérulent mêlé à des parcelles d'acier oxydées à leur surface; elle se coagule et se ramollit par l'action de la chaleur, sans jamais se liquéfier.

Les caisses étant ainsi préparées, on nettoie les carneaux qui servent à la circulation de la flamme tant au dedans qu'au dehors de l'enceinte; on bouche avec des briques et de l'argile les deux portes et les quatre ouvertures de chargement; on remplit d'abord avec du cément, puis avec de l'argile, les extrémités des conduits correspondant aux barres d'essai; on établit sur leurs traverses les cinq barreaux de la grille après avoir renouvelé au besoin ceux qui se trouvaient endommagés, puis on procède à la mise en feu.

Mise en feu.

La mise en feu doit être conduite avec beaucoup de ménagement quand le fourneau est neuf ou quand une partie de la maçonnerie a été renouvelée; mais dans le cas ordinaire on pousse le feu plus rapidement qu'on ne le fait dans le cours de l'opération, afin de porter aussi promptement

que possible les caisses à la température rouge où la cémentation se produit. Pour le fourneau que représente la *Pl. XII*, cette mise en feu dure environ vingt-quatre heures, et l'on y brûle dans l'unité de temps un quart de houille en sus de la consommation normale.

Conduite du feu. L'habileté de l'ouvrier consiste surtout à régler le feu de manière à entretenir constamment la température rouge vif qui convient le mieux à la cémentation, sans la dépasser et sans jamais laisser la grille dégarnie. Cette température correspond à peu près au terme de la fusion du cuivre : elle n'est jamais assez élevée pour vitrifier les briques ni même l'argile qui sert à les assembler. Dans les fourneaux les plus usités en Yorkshire, il n'y a point de registre pour faire varier le tirage, en sorte que l'ouvrier ne peut diriger le feu qu'au moyen des soins qu'il donne à la chauffe. Celle-ci est toujours remplie de houille jusqu'au niveau du seuil des portes de chargement. L'épaisseur du combustible en ignition était ainsi de $0^{m},30$ dans le fourneau dont je décris plus particulièrement les opérations et pour la houille dont l'analyse a été rapportée ci-dessus; elle varie un peu suivant les dimensions du fourneau, suivant l'état du tirage et surtout suivant la qualité de la houille.

Il importe que l'épaisseur de la couche de combustible embrasé ne diminue pas trop, sans quoi le fourneau se refroidirait immédiatement : il convient donc que les charges se succèdent au moins d'heure en heure. L'ouvrier nettoie la grille deux fois dans un poste lorsque la houille est fortement chargée de cendres; et il répète plus souvent cette opération lorsque la température du

fourneau tend à baisser plus qu'il ne convient; enfin il dégage la grille partiellement quand la température se développe inégalement aux deux extrémités du fourneau.

J'ai dit que l'épaisseur du brasier qui recouvre les barreaux s'élevait à $0^m,30$ environ lorsque la chauffe vient de recevoir une charge, et avec la qualité de houille indiquée ci-dessus. Un chauffeur très-soigneux peut réaliser une certaine économie de combustible en réduisant cette épaisseur à $0^m,25$ ou même à $0^m,22$. Mais dans ce cas les charges doivent être plus fréquentes et le fourneau est plus exposé à se refroidir par suite d'un oubli de l'ouvrier. Dans le Yorkshire, où le combustible est à bas prix et où le travail est presque toujours abandonné sans surveillance à la direction des ouvriers, ces nuances ne sont pas toujours observées, et il n'est pas rare de voir des intervalles de deux heures entre deux charges successives.

Au reste, ces intervalles considérables entre les charges de combustible ont en définitive pour résultat de diminuer les frais de main-d'œuvre, et sous ce rapport, la houille qui tient au feu plus longtemps que le bois, et qui pour un volume donné offre un poids plus considérable de matières combustibles, convient beaucoup mieux que les combustibles végétaux au chauffage des fourneaux de cémentation.

Le fourneau de cémentation du Yorkshire est tellement bien approprié à l'opération qu'on y pratique, que malgré ces légères imperfections dans la conduite du feu, la consommation de combustible n'y dépasse pas généralement 75 kilog. pour 100 kilog. d'acier brut, résultat remar-

quable dans une élaboration où la substance à chauffer est séparée par une enveloppe épaisse, peu conductrice, du foyer où se produit la chaleur. Dans une cémentation de 17.600 kilogrammes dont j'ai suivi tous les détails, où des soins particuliers ont été apportés à la conduite du feu, et dans laquelle le feu a duré huit jours, on a brûlé le premier jour 1.600 kilogrammes de houille et seulement 1.360 kilogrammes en moyenne pour chacun des jours suivants : la consommation totale s'est élevée à 11.120 kilogrammes, ou à 63 pour 100 d'acier brut fabriqué.

On maintient le feu pendant un nombre de jours proportionné à la section transversale des barres à cémenter, et au degré de carburation qu'on veut leur donner. Pour une charge de 17.600 kilogrammes, la durée du feu varie entre cinq et neuf jours : elle est ordinairement de sept jours, mais il faut considérer que la cémentation se produit encore assez longtemps après qu'on a cessé de charger le combustible, pendant la période de refroidissement.

Mise hors feu. — Durée de l'opération. On termine l'opération en faisant refroidir le fourneau beaucoup plus lentement qu'on ne l'avait échauffé. A cet effet, on laisse accumuler le mâchefer sur la grille de manière à la boucher complétement : ces précautions ont à la fois pour but de mettre à profit la chaleur accumulée dans le fourneau, et de prévenir les brusques variations de température qui diminueraient la durée de l'appareil réfractaire.

Le fourneau étant refroidi au-dessous du rouge sombre, on ouvre progressivement les divers orifices pour hâter le refroidissement au moyen de l'air frais. Ordinairement, on peut procéder au

défournement huit jours après que l'on a cessé de fournir du combustible au foyer. L'acier brut est enlevé par les six mêmes ouvertures qui ont servi au chargement; cette dernière partie de l'opération, y compris la réparation des parties légèrement endommagées, peut être exécutée en un jour : le fourneau est alors en état de recevoir une nouvelle charge.

En résumé, la cémentation de 17.600 kilogrammes de fer exige moyennement le nombre de jours indiqué ci-après :

	jours.
Chargement, fermeture des caisses : nettoyage des carneaux et du foyer, fermeture des portes et ouvreaux.	1
Chauffage.	7
Refroidissement.	8
Déchargement, menues réparations.	1
Total.	17

Il faut en outre tenir compte du temps assez considérable qu'exigent la réception et la livraison des fers et des aciers, du combustible, du cément, des matériaux réfractaires, etc.; le pesage des matières, la préparation des barres composant une charge; les grosses réparations du fourneau, etc. Aussi un fourneau de cette capacité, maintenu au maximum d'activité que comporte la nature des choses ne reçoit-il guère que 20 charges par an.

Propriétés physiques de l'acier brut.

Les propriétés physiques du fer sont complétement modifiées par la cémentation. La malléabilité qui est développée au plus haut degré dans les bonnes marques de fer à acier, est détruite dans l'acier brut, au point que les barres se brisent quand on les jette d'une faible hauteur sur l'arête d'une enclume : on peut les réduire en très-petits

fragments par le simple choc d'un marteau à main.

La surface des barres les mieux forgées devient très-inégale : elle est couverte d'ampoules, et l'on y voit en outre distinctement l'empreinte des fragments de charbon avec lesquels cette surface était en contact.

On remarque dans la cassure transversale des meilleures sortes d'acier brut de cémentation de nombreuses fissures, ordinairement parallèles aux grandes faces de la barre. Dans les aciers communs ces fissures atteignent des dimensions assez considérables, et se prolongent jusqu'à la surface de la barre.

La structure est toujours lamellaire : les lamelles sont incomparablement plus grandes que celles qu'on remarque dans certains fers; leur plus grande dimension dépasse souvent un centimètre. Leur surface, au lieu d'être plane et brillante, est grenue ou écailleuse, et réfléchit mal la lumière; aussi la cassure est-elle moins éclatante que celle des fers lamellaires.

Enfin la couleur est elle-même profondément modifiée : la nuance bleuâtre a disparu, et est remplacée par un blanc grisâtre.

5° *Produits, consommations, frais de fabrication.*

Production annuelle d'un atelier de cémentation.

Un fourneau de cémentation que l'on maintiendrait au maximum d'activité pourrait convertir annuellement vingt charges de fer en acier. Une aciérie de grandeur moyenne comprend trois fourneaux disposés pour recevoir trois charges assez différentes, savoir : de 12.000 à 15.000 kilogrammes; de 15.000 à 18.000 kilogrammes, et de 18.000 à 22.000 kilogrammes; en sorte que le produit annuel des trois four-

neaux pourrait s'élever à 10.000 quintaux métriques.

Mais dans les circonstances ordinaires, et surtout dans l'état de gêne où se trouve depuis plusieurs années le commerce de l'acier en Yorkshire, les usines sont loin d'atteindre la production qui correspond à ce maximum d'activité. Ainsi, pendant l'année 1842, les 97 fourneaux de cémentation du Yorkshire répartis entre 33 usines, ont produit tout au plus 165.000 quintaux métriques; en sorte qu'une usine comprenant trois fourneaux n'a produit moyennement que 5.000 quintaux métriques; ce qui réduit à 1.667 quintaux métriques la production de chaque fourneau.

Plusieurs grands fabricants d'objets d'acier préparent dans leurs propres usines l'acier brut qu'ils élaborent. Assurés du débouché immédiat, ils peuvent aisément déterminer pour une assez longue période, le matériel et le personnel qui leur sont nécessaires, et en obtenir une production moyenne supérieure à celle qui est indiquée précédemment.

Mais la plupart des aciéries de cémentation sont exploitées par de petits fabricants dont l'unique industrie est de convertir à un prix convenu le fer en acier brut. Ces fabricants sont placés dans des conditions moins favorables pour tirer parti de leurs moyens de fabrication, leurs bénéfices sont moindres, et ils subissent plus vivement le contrecoup de toutes les variations qui affectent l'ensemble de l'industrie de l'acier.

Observations sur le calcul des frais de fabrication.

Avant d'indiquer les frais qu'entraîne en Yorkshire la fabrication de l'acier brut de cémentation, je vais insister en peu de mots sur la convenance

de faire figurer ces sortes de renseignements dans les études de métallurgie pratique, et exposer les principes qui, selon moi, doivent servir de base au calcul des prix de fabrication.

Les arts industriels ne peuvent exister qu'à la condition d'assurer un profit convenable au fabricant : la perfection en industrie ne consiste pas à consommer peu de matières premières, de combustibles ou de main-d'œuvre, mais à fabriquer au moindre prix possible des produits d'une qualité convenable. Le choix d'une méthode est un problème qui reste indéterminé, tant qu'on n'a égard qu'aux données techniques, mais qui n'admet ordinairement qu'une solution lorsqu'on joint à ces dernières les conditions économiques propres à chaque localité. Le calcul du prix de fabrication est le seul moyen d'apprécier pour chaque cas déterminé la convenance d'une méthode métallurgique : c'est donc là qu'il faut chercher la sanction des faits existants et des améliorations qu'on y peut apporter.

Il semble au premier aperçu qu'un calcul de frais de fabrication doit présenter, pour chaque cas particulier, un grand nombre de données accidentelles ou arbitraires peu propres à caractériser une méthode métallurgique. Il est certain, du moins, que si l'on se contentait de prendre ces calculs tels qu'ils sont établis par les fabricants, on trouverait presque toujours que des usines placées dans des conditions techniques à peu près semblables ont des prix de revient fort différents. L'objet spécial de ce mémoire ne me permet pas d'insister sur les causes de ces anomalies : je me bornerai donc à indiquer le moyen de rendre ces calculs comparables, et de fournir ainsi à la mé-

tallurgie des moyens de précision qui lui ont trop souvent manqué jusqu'à ce jour.

Une entreprise métallurgique comprend deux subdivisions qui sont ordinairement assez distinctes, et qui en Grande-Bretagne se trouvent parfois complétement séparées : l'entreprise commerciale qui achète les minerais ou les métaux à élaborer, qui vend les produits fabriqués et dont les bénéfices doivent couvrir les frais, les avances de fonds et les chances défavorables qu'entraînent les achats et les ventes; l'industrie proprement dite dont les bénéfices doivent couvrir les frais qui se rapportent directement à l'élaboration métallurgique. La première règle que doit s'imposer le métallurgiste est de séparer autant que possible ces deux sortes de frais. Ainsi, dans l'état actuel de l'industrie de l'acier en Yorkshire, un industriel qui réunit les deux attributions de négociant et de fabricant doit prélever pour frais et bénéfice, en sus du prix du fer, environ 12 francs par 100 kil. d'acier brut cémenté. D'un autre côté, le fabricant proprement dit dont l'industrie consiste seulement à convertir le fer en acier brut ne reçoit ordinairement pour le même produit que 3$^{fr.}$,53. Les frais et bénéfices à attribuer à chacune des subdivisions de l'industrie sont donc :

	fr.
Pour le fabricant.	3,53
Pour le négociant, environ. . .	8,47

et l'on conçoit aisément que les frais de fabrication ainsi calculés caractériseront mieux la méthode métallurgique que si on y avait confondu, comme le font souvent les fabricants, une portion plus ou moins grande des frais relatifs aux opérations purement commerciales.

Quant aux frais de fabrication, ils se divisent eux-mêmes en deux catégories : les premiers, que je proposerai de nommer *frais spéciaux*, comprennent les consommations en matières et en main-d'œuvre, c'est-à-dire celles qui restent à peu près constantes, quelle que soit l'étendue de la fabrication, pour chaque quintal de produit : ce sont les éléments les plus caractéristiques de la méthode, et on ne saurait les présenter avec trop de détail. Les seconds, nommés *frais généraux*, à peu près constants chaque année, quelle que soit la fabrication, varient pour chaque quintal de produit, en raison inverse de la production obtenue dans le même temps ; on ne peut donc calculer cette seconde catégorie de frais qu'après avoir défini l'importance de la production annuelle. J'ajoute que sous ce rapport comme sous tous les autres, le prix de fabrication calculé ne représentera l'état réel des choses dans la contrée que l'on veut décrire, que si l'on admet des données moyennes relatives à la majorité des usines.

Pour appliquer les principes que je viens d'exposer, je prendrai le cas qui, selon ce que j'indiquais précédemment, est le plus usuel en Yorkshire : je supposerai qu'il s'agit d'une aciérie de cémentation dont l'unique industrie est d'élaborer pour le compte d'autrui des fers qui lui sont confiés à cet effet. L'établissement auquel se rapportent plus particulièrement les détails qui vont suivre comprend trois fourneaux de cémentation : disposant d'une bonne clientèle, il a chômé dans les dernières années un peu moins souvent que beaucoup d'autres usines, et a fabriqué annuellement 6.000 quintaux d'acier brut. Trois ouvriers payés ensemble 3 liv. st. par semaine y ont été em-

ployés pendant cinquante semaines, dimanches et fêtes compris. Il a fallu, en outre, pour exécuter divers travaux urgents, prendre temporairement pendant cinq semaines environ, un aide payé 15 sh. par semaine, et travaillant seulement six jours.

Les frais de fabrication et les bénéfices pour une usine placée dans de telles conditions, sont indiqués avec détail dans le tableau suivant :

FRAIS DE FABRICATION DE 100 KIL. D'ACIER BRUT DE CÉMENTATION EN YORKSHIRE.

	Consommations en matières et en journées de travail.	Valeurs des matières et des journées de travail consommées. partielles.	Valeurs des matières et des journées de travail consommées. totales.
Frais spéciaux.	kil.	fr. c.	fr. c.
Fer à cémenter.	99,1		
Charbon de bois, à 5$^{f.}$,40 les 100 kil.	5,5	0,30	1,82
Houille, à 1$^{f.}$,06 les 100 kil.	75,0	0,80	
Main-d'œuvre, à 3$^{f.}$,62 par journée.	0$^{j.}$,20	0,72	
Frais généraux.			
Capital industriel : loyer de l'usine ou intérêt du capital à 5 p. 0/0. . .		0,42	1,71
Fonds de roulement : intérêt à 6 0/0.		0,07	
Entretien du matériel : briques, argile, fers pour outils, journées de travail d'ouvriers spéciaux.		0,30	
Direction et surveillance : exercées sans frais par le chef ouvrier. . .		»	
Frais divers : impôt et patente, ports de lettres, frais de bureau, etc. .		0,19	
Bénéfice.		0,73	
Total.			3,53

Le prix moyen des fers employés en Yorkshire pour la fabrication de l'acier est à peu près de 18 l. st. par tonne, ou en nombre rond de 45 fr. par 100 kilog. Le prix de revient de 100 kilog. d'acier brut préparé avec des fers de cette sorte peut donc être établi à 48 fr. 13 c., savoir :

Fer 99kil.,1, à 45 fr.		44f.,60
Houille 75 kil. à 1f.,06 . . .	0f.,80	
Main-d'œuvre 0j.,20 à 3f.,62.	0 ,72	3 ,53
Autres frais.	2 ,01	
Total.		48 ,13

Ce prix de fabrication de 3 fr. 53 c. par 100 kilogrammes d'acier reste invariable, sauf dans certaines conventions spéciales, quel que soit l'état du commerce. C'est la conséquence de la séparation d'intérêts qui existe entre les diverses classes d'industries qui concourent à la fabrication des produits définitifs des aciéries du Yorkshire. Cette division réelle du travail exerce une très-heureuse influence sur l'ensemble de l'industrie de l'acier, et prévient ces désastreuses variations de prix qui se manifestent d'une manière si fâcheuse dans les usines à fer, par exemple, dont les produits ont subi dans le cours des six dernières années, une baisse de 63 p. 100. (1)

(1) Les mêmes fers marchands qui se vendaient en 1836 12 liv. st. la tonne (29fr.,76 les 100 kil.), ne valent aujourd'hui que 4 liv. 8 sh. la tonne (10fr.,91). J'apprends qu'en août 1843, le prix courant des fers forgés, chargés à bord des navires dans les ports du pays de Galles, est tombé à 4 liv. st. la tonne (9fr.,92 les 100 kilog.). J'apprends aussi qu'une livraison de fer très-considérable a été faite récemment, au comptant, au prix de 3 liv. 16 sh. la tonne (9fr.,30 les 100 kilog.).

§ II. ÉLABORATIONS DE L'ACIER BRUT EN YORKSHIRE. — ÉTIRAGE, LAMINAGE, CORROYAGES. — FABRICATION DE L'ACIER FONDU.

L'art de convertir le fer forgé en acier par la cémentation, est connu depuis un temps immémorial. Chez tous les peuples où l'art de fabriquer et de façonner le fer eut fait quelques progrès, on dut bientôt découvrir que ce métal acquérait, sous l'influence prolongée du charbon de bois et d'une haute température, des qualités analogues à celles de l'acier obtenu directement du traitement de certains minerais. Sans devenir la base d'une industrie spéciale, cette propriété fut dès lors mise à profit, comme elle l'est encore journellement, dans plusieurs arts ayant pour objet l'élaboration du fer forgé, notamment dans la fabrication des instruments d'agriculture. Indications historiques.

La cémentation ainsi pratiquée avait seulement pour objet d'aciérer et de durcir à leur surface divers objets préalablement façonnés en fer forgé; mais il fallait recourir à l'acier naturel dans tous les cas où les objets devaient être entièrement composés d'acier homogène. C'est ainsi que jusqu'au commencement du XVII[e] siècle les forges à acier des Alpes centrales, du Rhin, de l'Isère, de la Thuringe, gardèrent seules le privilége de fournir l'acier marchand, qu'élaboraient dans toute l'Europe les fabriques d'armes, de coutellerie et d'outils tranchants.

Vers cette époque on commença en Angleterre à cémenter des barres de fer de petites dimensions : l'acier ainsi obtenu ne fut d'abord employé que pour fabriquer des objets de qualité inférieure. Peu à peu cette fabrication prit Le développement des aciéries de cémentation a été subordonné au progrès des élaborations de l'acier brut.

de l'extension, et vers 1660 (1) on cémentait de grosses barres que l'on soumettait à l'étirage dans un feu de houille, avant de les livrer au commerce. Ce produit, qu'on désignait sous le nom d'acier commun, se vendait en barres carrées d'environ 0^{m},015 de côté, et n'offrait encore qu'une qualité fort médiocre; la partie centrale des barres étaient employée pour la coutellerie et la quincaillerie communes; les extrémités, plus pailleuses et plus hétérogènes, étaient réservées pour les taillanderies.

Vers le milieu du XVIIIe siècle, Crowley de Newcastle, donna aux aciéries de cémentation une importance toute nouvelle, en découvrant le moyen de corroyer l'acier brut par un procédé analogue à celui que les Allemands appliquaient depuis longtemps aux barres brutes d'acier naturel. On avait déjà reconnu que les fers de Suède convenaient beaucoup mieux que les fers indigènes à la fabrication des aciers étirés; la nouvelle industrie donna lieu de constater, d'une manière plus positive encore, la supériorité des fers du Nord, que l'on commença dès lors à importer en grande quantité pour la consommation des aciéries.

Le développement des aciéries de cémentation fut encore accéléré par l'élévation graduelle du

(1) J'ai recueilli la plupart des détails relatifs à cette première période des aciéries anglaises auprès de l'un des doyens de l'industrie du Yorkshire, M. Marshall, vieillard de 81 ans, qui possède un des principaux établissements de Sheffield. M. Marshall a lui-même reçu ces traditions de son oncle John Marshall, lequel, ainsi que je l'indiquerai plus loin, éleva, il y a un siècle environ, une des premières fonderies d'acier du Yorkshire.

droit de douane, qui n'était que de 3 fr. 52 cent. au commencement du XVIIe siècle, et qui fut porté à 23 fr. 38 cent. en 1690, lorsque l'étirage des aciers eut pris une certaine extension. Néanmoins, dans la première moitié du XVIIIe siècle, on importait encore annuellement en Angleterre 1.500 quint. métriques d'aciers du Rhin, et pendant longtemps ceux-ci furent préférés aux aciers corroyés anglais que les fabricants vendaient alors, et que l'on désigne encore quelquefois sous le nom de *german steel*.

Indication des élaborations pratiquées sur l'acier brut.

Les opérations qu'on faisait subir à l'acier brut pendant cette période, et qu'on pratique encore aujourd'hui sur une grande échelle, ont pour objet de le convertir, au moyen d'une suite de chaudes et de forgeages, en barres marchandes plus ou moins raffinées ou corroyées. Celles-ci à leur tour servent de matières premières dans les nombreuses usines où l'on fabrique les limes et rapes, les scies, les faux et faucilles, les tôles et les fils, les outils tranchants, les armes, la coutellerie, etc.

Quelquefois toutes ces élaborations sont réunies dans la même fabrique; tantôt, en effet, les usines qui étirent ou corroient en grand l'acier brut, comprennent aussi des ateliers où l'on donne à l'acier sa forme définitive; tantôt aussi les fabricants d'objets d'acier étirent eux-mêmes l'acier dans les petits feux de forges où ils le façonnent ensuite. Mais plus communément ces deux sortes d'industries sont exploitées par des industriels dont les intérêts sont distincts. Le corroyage de l'acier brut se fait dans des établissements ayant une certaine importance et disposant d'appareils mécaniques puissants mis en mouvement

par des roues hydrauliques ou par des machines à vapeur ; tandis que les élaborations essentiellement manufacturières ont lieu dans de petits ateliers disséminés, au nombre de plus de deux mille dans la contrée de Sheffield.

Laminage. La plus simple de ces élaborations intermédiaires est celle qui consiste à réchauffer une seule fois les barres brutes, et à les passer à diverses reprises dans les canelures d'un laminoir, de manière à rapprocher et à souder les parties fissurées par la cémentation. Le réchauffage est opéré dans un fourneau à réverbère à la houille ; on ne commence à y charger les barres d'acier brut que lorsque le fourneau ayant été fortement échauffé, le foyer est rempli de houille en ignition, chargée depuis un certain temps et débarrassée par cette carbonisation partielle des vapeurs de soufre que la pyrite mélangée au combustible laisse d'abord dégager.

Cette préparation de l'acier brut laminé n'entraîne qu'une dépense peu considérable en combustible et en main-d'œuvre. La température qui convient pour le laminage est de beaucoup inférieure à celle qu'exige un corroyage, et les barres chauffées isolément ne tardent pas à l'atteindre. Quant au déchet, il ne dépasse guère 3 pour 100.

Le prix de revient de 100 kilogrammes d'acier brut laminé, préparé avec du fer à 18 liv. la tonne, ou, en nombre rond, à 45 fr. les 100 kilog., peut être évalué, dans les conditions les plus ordinaires, à 56fr.,28, suivant le tableau ci-après, où, pour abréger, on n'a mis en évidence que les frais spéciaux de combustible et de main-d'œuvre.

			fr.
Fer 102k.,1 à 45 fr.			45,95
Frais de fabrication :			
Cémentation		3f.,64	10,33
Laminage :			
Houille 50 kil. à 1f.,06	0,53	6,69	
Main-d'œuvre 0j.,45 à 3f.,80	1,71		
Frais généraux et bénéfice	4,45		
Total			56,28

Les barres ainsi préparées sont souvent passées à la fenderie; les verges qui en proviennent servent dans la fabrication de produits à bon marché, composés pour la plus grande partie de fer forgé; tels sont les objets communs de coutellerie et les outils dont le tranchant seul est en acier.

C'est aussi de cette manière que se préparent les aciers pour ressorts de voitures.

Appareils employés pour les principales élaborations de l'acier.

Les aciers plus homogènes, servant à la fabrication des objets de qualité moyenne ou supérieure se préparent au moyen de procédés semblables, sauf quelques modifications secondaires, à ceux que l'on suit dans le groupe des aciéries du Rhin, pour étirer ou corroyer avec les houilles des bassins de la Rhur ou de Saarbruck les aciers bruts naturels obtenus dans cette contrée du traitement des minerais de fer spathique. J'ai même retrouvé en Yorkshire, dans la disposition des foyers et des martinets de plusieurs usines, des détails qui rappellent encore les modèles que l'industrie anglaise a d'abord imités.

L'acier est ordinairement réchauffé dans des foyers à tuyère, alimentés avec de la houille menue très-collante. Le foyer est monté de manière que la pièce à réchauffer soit toujours recouverte

par une voûte de combustible en ignition, sans être en contact avec ce dernier. Quelquefois, on emploie des feux alimentés avec du coke et recouverts d'une petite voûte mobile en briques : la pièce y est placée entre le coke et la voûte : aux dimensions près, ce petit fourneau offre la même disposition que les fourneaux à tuyère employés dans le pays de Galles pour la préparation des massiaux destinés à la fabrication du fer-blanc. L'étirage se fait au moyen de martinets dont la vitesse, d'abord modérée lorsqu'ils agissent sur les barres brutes, dépasse souvent 300 coups par minute pour les barres déjà soumises à un premier martelage. Ces appareils sont mus en Yorkshire tantôt par des roues hydrauliques, tantôt par des machines à vapeur.

On fabrique dans ces ateliers quatre sortes principales de produits.

Ressuage et étirage.

L'acier simplement étiré se prépare au moyen de deux opérations successives : dans la première, qu'on nomme ressuage, on chauffe une à une chaque barre brute de cémentation, puis on la soude sous le martinet en lui donnant à peu près une forme carrée, mais sans en diminuer notablement la section transversale. Dans la seconde opération, on réchauffe la barre au blanc soudant, et on l'étire aux diverses dimensions que réclame le commerce. Cet acier est peu homogène, ordinairement pailleux, et ne convient que pour les fabrications de qualité moyenne. Cette élaboration est moins dispendieuse que les autres : les frais auxquels elle donne lieu pour des barres assorties telles que le réclame le commerce, sont approximativement comme suit :

			fr.
Fer, 105$^{k.}$,0, à 45 fr.			47,25
Frais de fabrication :			
Cémentation.		3$^{f.}$,74	14,70
Étirage :			
Houille 60 kil., à 1$^{f.}$,06. . . .	0$^{f.}$,64	10,96	
Main-d'œuvre, 0$^{j.}$,59, à 4$^{f.}$,20.	2 ,48		
Frais généraux et bénéfice. .	7 ,84		
Total.			61,95

Simple corroyage.

L'acier une fois corroyé, se prépare également au moyen de deux opérations : dans la première, nommée soudage, on chauffe un paquet composé de plusieurs fragments de barres d'acier brut cémenté, jusqu'à ce qu'il ait atteint la température du blanc soudant, puis on le soumet avec précaution à l'action du martinet, de manière à souder ensemble tous les fragments. Pour rendre le soudage plus facile et plus prompt on place quelquefois au-dessus et au-dessous de l'acier brut des barres auxquelles on a déjà fait subir un ressuage. Le massiau soudé est ensuite reporté au feu et étiré à la dimension voulue. Le prix de revient de cette sorte d'acier est à peu près comme suit :

			fr.
Fer, 111$^{k.}$,4 à 45 fr.			50,13
Frais de fabrication :			
Cémentation.		3,97	27,70
1er corroyage :			
Houille 100 kil., à 1$^{f.}$,06. . . .	1,06	23,73	
Main-d'œuvre, 0$^{j.}$,87 à 4$^{f.}$,20. .	3,65		
Frais généraux et bénéfice. . .	19,02		
Total.			77,83

Double corroyage.

L'acier deux fois corroyé se prépare de la même manière que la sorte précédente, avec cette diffé-

rence qu'on emploie pour matière première des barres une fois corroyées, réunies ordinairement au nombre de douze à dix-huit en un seul paquet. Le prix de revient doit être établi ainsi qu'il suit, en admettant, comme je le ferai toujours dans la suite de ce mémoire, que les opérations préparatoires sont opérées dans la même usine, et qu'en conséquence celles-ci sont déjà grevées d'une partie des frais généraux.

				fr.
Fer, 117k.,7 à 45 fr.				52,97
Frais de fabrication :				
Cémentation.			4f.,19	44,61
1er corroyage.			25 ,08	
2e corroyage :				
Houille 120 kil. à 1f.,06. . . .	1,27	15 ,34		
Main-d'œuvre, 0j.,87 à 4f.,20. .	3,65			
Frais généraux et bénéfice. . .	10,42			
			Total.	97,58

Triple corroyage.

Enfin on prépare pour la fabrication de certains objets de qualité supérieure des aciers trois fois corroyés, dont le prix de revient peut être évalué, suivant l'échelle adoptée pour les produits précédents, à 114 fr. 11 c., savoir :

				fr.
Fer, 124k.,8 à 45 fr.				56,16
Frais de fabrication :				
Cémentation.			4,44	57,95
1er corroyage.			26,58	
2e corroyage.			16,26	
3e corroyage :				
Houille 120 kil. à 1f.,06. . . .	1f.,27	10,67		
Main-d'œuvre, 1j.,04 à 4f.,20.	4 ,37			
Frais généraux et bénéfice. .	5 ,03			
			Total.	114,11

On peut évaluer à 453 kil. la quantité de houille consommée pour fabriquer 100 kil. d'acier trois fois corroyé, savoir :

Cémentation	94 kil.
1er corroyage.	112
2e —	127
3e —	120
Total.	453

Indépendamment de ces produits principaux, les aciéries du Yorkshire livrent aux fabriques de la contrée et au commerce plusieurs autres produits dont on concevra aisément le mode de fabrication, tels sont : l'acier laminé fendu, l'acier une fois corroyé et laminé, etc.

Insuffisance des élaborations précédentes.

Toutes ces élaborations, dont, je le répète, les moyens fondamentaux ont été empruntés aux aciéries du Rhin, ont en partie pour but de débiter l'acier en échantillons adaptés à la nature des diverses industries manufacturières; mais leur principal objet est de donner à ces échantillons l'homogénéité et la malléabilité qu'exigent la plupart de ces industries, et dont l'acier brut de cémentation est complétement dépourvu.

Il est essentiel de remarquer cependant qu'elles n'atteignent ce but que d'une manière incomplète; et que l'acier brut de cémentation se prête beaucoup moins que ne le fait l'acier de forge au corroyage et à l'étirage. Le soudage exige plus de temps et plus de combustible, et entraîne par conséquent des frais plus considérables; l'acier, quand il n'est pas préparé avec des fers de premier choix, perd plus rapidement sa propriété aciéreuse dans les nombreuses chaudes qu'on lui fait subir; enfin la principale cause d'infériorité réside en ce que

le corroyage ne fait disparaître qu'imparfaitement les défauts de continuité ou les *pailles* que la cémentation développe dans la plupart des fers à acier. En opérant par les procédés que je viens de décrire, on se trouve donc exposé, tantôt à détruire la propriété aciéreuse du produit à mesure qu'on en augmente l'homogénéité; tantôt à préparer un produit qui, malgré son excellente qualité, donnera de nombreux objets de rebut aux fabricants qui le mettront en œuvre.

Ces considérations rapprochées des détails présentés ci-dessus, touchant les frais considérables qu'entraîne le corroyage de l'acier, expliquent très-bien comment les fabricants du Yorkshire ont été conduits peu à peu à payer un prix si élevé pour les premières marques de Suède qui, entre autres avantages, leur offrent sous ce double rapport une complète sécurité. Elle font également comprendre pourquoi les aciéries anglaises ne pouvaient produire par voie de cémentation et de corroyage tous les aciers de premier choix nécessaires aux fabriques d'objets d'acier, et pourquoi ces dernières devaient encore, pendant toute la durée du XVIIIe siècle, compléter leur approvisionnement au moyen des aciers naturels du continent.

Indications historiques sur la découverte de l'acier fondu.

Ainsi restreintes dans leur essor, les aciéries de cémentation ne joueraient encore en Europe qu'un rôle secondaire, si le génie d'un simple ouvrier, stimulé par cette nécessité industrielle, n'avait créé un art nouveau (1) qui donne à l'acier

(1) Les peuples de l'Asie qui ont ouvert presque toutes les voies où les devance aujourd'hui la civilisation Euro-

de cémentation, l'homogénéité, l'uniformité de texture et la persistance de la propriété aciéreuse; dont les produits, par l'ensemble de leurs qualités, se placent au moins au même rang que les meilleurs aciers naturels; et qui assure ainsi aux aciéries de cémentation, pourvues par leur constitution même de moyens illimités de fabrication, une prééminence incontestable. Cet art a pour objet la fabrication de l'acier fondu : il constitue déjà dans le Yorkshire la subdivision la plus importante du travail de l'acier; il est certainement appelé à jouer sur le continent et particulièrement en France un rôle fort important : et néanmoins il y est encore confiné dans le secret d'un très-petit nombre d'ateliers. Je crois donc rendre service à la science en publiant ici le résultat de mes recherches sur le

---

péenne, préparent depuis une époque fort reculée divers produits qui peuvent être considérés comme de véritables aciers fondus. Tel est l'excellent acier provenant des forges de Tritchinopoli, au sud-est de la grande presqu'île indienne. La matière première que ces forges élaborent est un fer oxydulé gisant dans une formation amphibolique. La méthode suivie pour fabriquer le fer ressemble beaucoup à une méthode directe que j'ai vu pratiquer moi-même dans le nord de l'Asie Mineure; le fer est ensuite soumis successivement, mais dans la même opération, à la carburation et à la fusion dans de très-petits creusets, chauffés au nombre de sept dans un foyer au charbon de bois à quatre tuyères. Toutefois ces ateliers où l'on fabrique à peine journellement quelques kilogr. d'acier, avec d'énormes consommations de main-d'œuvre et de combustible, diffèrent tellement des fonderies du Yorkshire, où les moyens de production sont, pour ainsi dire, sans limites, qu'il ne me paraît pas inexact de dire que celles-ci ont créé un art nouveau. Il faut d'ailleurs reconnaître que les produits de l'art indien et l'existence même de ce dernier étaient peu connus en Europe au milieu du 18e siècle.

passé, le présent et l'avenir probable de cette branche intéressante de la métallurgie.

Benjamin Huntsmann, né en Yorkshire en 1704, s'adonna d'abord à l'horlogerie dans la petite ville de Doncaster : il y fit quelques essais pour fabriquer avec l'acier de cémentation des outils nécessaires à son art et divers objets qu'on tirait alors, pour la plus grande partie, des fabriques allemandes. En 1740, à la suite des succès qu'il obtint dans ses tentatives, il vint s'établir à Handsworth, village situé près de Sheffield au milieu de riches exploitations de houille. Il y établit le premier atelier où l'acier fondu ait été fabriqué d'une manière régulière; puis pour se rapprocher de Sheffield qui était déjà le centre de l'industrie de l'acier, il transporta son établissement à Attercliffe où ses descendants directs exploitent encore la même industrie. Il y mourut en 1776 (1).

D'autres fabricants, parmi lesquels se distinguèrent surtout Walker et John Marshall, s'adonnèrent bientôt à la même fabrication et créèrent des fonderies à Sheffield et à Greenoside. Néanmoins la nouvelle industrie, faute de débouchés, ne se développa d'abord que lentement. Pendant toute la durée du siècle dernier elle eut à lutter, d'une part, contre les difficultés que présente la production de la plus haute température dont on fasse usage dans la métallurgie; de l'autre, contre les préjugés des consommateurs habitués à demander

(1) J'ai relevé moi-même ces dates sur le tombeau de Benjamin Huntsmann, dans le cimetière d'Attercliffe; une seconde inscription rappelle que son fils William Huntsmann est mort en 1809, âgé de 76 ans. Le fils et l'héritier de ce dernier, M. Francis Huntsmann, âgé de 60 ans, dirigeait en 1842 les établissements fondés par son aïeul.

à l'Allemagne les sortes supérieures d'acier que la nouvelle industrie s'efforçait de produire. Mais peu à peu les difficultés techniques de la fabrication furent surmontées; on apprit à connaître et à préparer les matériaux réfractaires les plus convenables; les frais d'élaboration, d'abord excessifs, diminuèrent chaque année; stimulés par le bon marché de l'acier fondu, les fabricants d'objets d'acier s'appliquèrent avec succès à l'employer pour tous les usages jusque-là réservés à l'acier allemand; bientôt même ils découvrirent que plusieurs qualités utiles y étaient développées à un degré plus élevé que dans ce dernier.

Influence de la découverte de l'acier fondu sur le progrès des aciéries de cémentation.

Aujourd'hui la révolution que devait amener en Grande-Bretagne la mémorable découverte de Benjamin Huntsmann, est tout à fait accomplie, et chaque jour les conséquences s'en feront plus vivement sentir sur le continent. Depuis longtemps il ne s'importe plus d'acier allemand en Angleterre, et, au contraire, les usines du Yorkshire exportent annuellement 30.000 à 40.000 quintaux métriques d'acier corroyés ou fondus en barres, fils ou tôles, indépendamment d'une valeur incomparablement plus grande en objets d'acier de toute nature. J'ai constaté en août 1842 qu'il existait en Yorkshire cinquante et une fonderies d'acier, où, malgré la stagnation des affaires commerciales, on convertissait chaque semaine en acier fondu, 1.650 quint. métr. d'acier brut (85.800 quint. métr. par an), soit les 52 centièmes environ de la quantité totale produite par les ateliers de cémentation.

État actuel de l'art de fabriquer l'acier fondu.

Toutes ces usines pratiquent, à quelques nuances près, la méthode de fabrication que je vais dé-

crire, en me conformant au même plan que j'ai suivi dans le premier paragraphe à l'égard des ateliers de cémentation.

1° Matériel de la fabrication.

La partie principale du matériel de la fabrication est un fourneau à courant d'air naturel, recevant deux creusets où l'acier est chauffé à l'abri des gaz de la combustion; la forme de ce fourneau, ses dimensions et ses relations avec les autres parties de l'atelier, sont indiquées avec le plus grand détail sur la *Planche XIII*.

Fourneau de fusion.—Formes et dimensions.

Chaque fourneau (*fig.* 2 et 3) est un prisme rectangulaire droit, dont la section horizontale a $0^m,54$ sur $0^m,38$; à la partie inférieure est une grille composée de cinq barreaux carrés, dont le côté varie entre $0^m,025$ et $0^m,035$; à la partie supérieure se trouve une ouverture rectangulaire ayant seulement $0^m,33$ sur $0^m,30$, dont le centre de figure correspond à celui du prisme, et qui se raccorde avec les faces verticales de ce dernier par de petites surfaces en arc de cloître. La distance verticale comprise entre la grille et l'orifice du fourneau est $0^m,91$. Trois des côtés du prisme se prolongent jusqu'au sol à $1^m,71$ au-dessous de la grille; le quatrième côté reste ouvert pour laisser un large accès à l'air atmosphérique qui doit être appelé en grande quantité pour suffire à l'activité de la combustion. Sur l'une des faces étroites du prisme est pratiquée une ouverture rectangulaire, large de $0^m,38$ et haute de $0^m,14$, qui donne issue aux gaz de la combustion, et qui communique avec la cheminée par un rampant horizontal ayant même section, et $0^m,64$ de longueur. L'arête supérieure de ce rampant est à $0^m,11$ en contre-bas de l'orifice du fourneau. La cheminée a parfois une section cir-

culaire ; plus ordinairement cette section est un carré dont le côté est $0^m,30$. La hauteur totale de la cheminée au-dessus de l'arête supérieure du rampant est $10^m,11$.

Matériaux réfractaires employés pour la construction du fourneau.

Les briques les plus réfractaires ne pourraient résister à la température excessive qui doit être développée dans les fourneaux à acier. Pour former les parois de ces fourneaux on emploie un grès nommé *gannister*, très-compacte, à cassure grenue subsaccharoïde, esquilleuse, formé de quartz pur, et par suite éminemment réfractaire ; il entre sous deux formes différentes dans la construction des fourneaux.

Ce grès, en raison de sa dureté, étant employé avec avantage pour l'empierrement de la plupart des routes aboutissant à Sheffield, on ramasse avec grand soin la poussière et la boue qui résultent du broiement de la chaussée ; ces matières pulvérulentes, composées essentiellement de quartz mêlé d'une trace de matières animales et de cette fine poussière de charbon qui imprègne le sol de tous les districts manufacturiers de la Grande-Bretagne, sont aussi réfractaires que le grès lui-même, et d'un emploi plus économique, parce qu'elles n'exigent aucune main-d'œuvre de taille ou de maçonnerie. Pour refaire à neuf les parois d'un fourneau après avoir enlevé la partie dégradée, il suffit de tasser la matière réfractaire légèrement humectée, dans l'espace large de $0^m,28$, compris entre le massif fixe du fourneau et un noyau central en bois auquel on donne exactement la forme et la position que doit avoir le foyer.

Malheureusement pour les fondeurs d'acier, on emploie çà et là, pour l'empierrement des routes,

des matériaux fusibles dont le mélange dénature complétement la qualité des poussières ; c'est ainsi que j'ai vu charger en 1842, sur une partie de la route de Sheffield à Attercliffe, au centre du district où abondent les ateliers de fusion, des laitiers du haut-fourneau de Sheffield-Park. Ne pouvant toujours se procurer des poussières parfaitement réfractaires, les fabricants d'acier fondu sont souvent obligés d'employer le grès. Dans ce cas, la paroi qui est en contact avec le combustible est formée, sur une épaisseur de $0^m,11$, de grès taillé assemblé avec un peu d'argile ; l'espace de $0^m,17$, compris entre cette paroi et le massif fixe, est rempli avec des poussières de médiocre qualité. Tous les fourneaux étaient établis de cette manière dans l'atelier que représente la *fig.* 2, et que je crois pouvoir offrir comme le meilleur type du Yorkshire.

Disposition générale et dimensions de l'atelier de fusion. Ces fourneaux, qui ne sont jamais isolés, sont disposés d'une manière semblable dans tous les ateliers. Le nombre des fourneaux juxtaposés n'est jamais moindre que quatre, et est rarement supérieur à dix. Les cheminées sont réunies dans un même massif épais de $1^m,02$ où leurs axes sont disposés en ligne droite ; l'intervalle compris entre les axes de deux cheminées contiguës est $0^m,83$. L'orifice des fourneaux s'ouvre dans le sol de l'atelier principal, situé lui-même à $1^m,20$ au-dessus du niveau de la cour ; l'atelier communique avec cette dernière au moyen d'un perron. Pendant la fusion, les orifices supérieurs des fourneaux sont fermés avec un couvercle (*fig.* 4) formé de larges briques maintenues par des vis de pression dans un cadre en fer. L'atelier présente ordinai-

rement la forme d'un rectangle (*fig.* 1) dont l'un des côtés, formé par le massif des cheminées, a une longueur déterminée par le nombre des fourneaux; dans l'atelier de 10 fourneaux que représente la *Pl. XIII*, cette longueur est de $8^m,30$.

Immédiatement au-dessous de cet atelier se trouve toujours une cave voûtée (*fig.* 3) dont le sol, qui est de niveau avec le fond du cendrier des fourneaux, est à $1^m,42$, en contre-bas du sol de la cour.

De part et d'autre de l'atelier se trouvent deux petits magasins au même niveau que la cour; l'un sert à la fois de dépôt pour le coke et l'argile réfractaire, et d'atelier pour la fabrication des creusets. Dans l'autre sont établis le dépôt des matières premières et des produits, et l'atelier pour le cassage de l'acier brut. Le sol de l'atelier de fusion est prolongé dans le dernier de ces bâtiments latéraux, au devant d'un petit four (*fig.* 1 et 2) dans lequel on porte les creusets à la température rouge avant de les introduire dans les fourneaux de fusion. Deux escaliers permettent d'amener directement de chacun de ces magasins, près de l'orifice des fourneaux de fusion, le coke et l'acier de cémentation. Un escalier met en communication la cave avec le magasin des aciers où se tiennent souvent les ouvriers pendant la fusion, et facilite ainsi la surveillance qu'il faut sans cesse exercer sur les grilles. Un autre escalier ménagé sous le perron, et dans lequel s'ouvre une fenêtre, contribue encore à faire arriver sous la voûte l'air et la lumière.

Des creusets servant à la fusion de l'acier.

Les creusets dans lesquels l'acier est soumis à la fusion, constituent une partie fort importante du matériel. Il a fallu une longue série d'expériences

pour déterminer les dimensions et les formes de creusets qui donnent lieu à la moindre consommation de combustible et au moindre déchet sur la matière première. Ce qui prouve que les questions sont aujourd'hui parfaitement résolues, c'est que toutes les usines sont arrivées sous ce rapport à une uniformité presque complète.

Les creusets sont essentiellement composés d'une argile réfractaire exploitée aux environs de Stourbridge (Worcestershire), et qui joue dans les ateliers métallurgiques de la Grande-Bretagne le même rôle que l'argile de Forges dans le nord de la France, et celle d'Andenne en Belgique. Toutefois, comme cette matière, en raison de la distance assez considérable qu'elle doit parcourir, revient à Sheffield à un prix assez élevé, on la mélange ordinairement par moitié avec une argile de moindre qualité provenant de Stannington près de Sheffield. On ajoute au mélange une faible quantité de poussière de coke et de fragments pulvérisés provenant du triage des vieux creusets hors de service, et l'on fait du tout une pâte homogène et très-compacte.

Propriétés des argiles réfractaires employées pour la fabrication des creusets.

Des expériences comparatives faites par un habile fabricant de Sheffield qui a bien voulu m'en communiquer les résultats, lui ont démontré que l'argile de Stourbridge convient à la fabrication des creusets beaucoup mieux que toutes les autres argiles réfractaires de la Grande-Bretagne et du continent. Il n'en a trouvé aucune qui ait pu résister à trois fontes successives, tandis que des creusets d'argile pure de Stourbridge peuvent souvent résister à six fontes. Il m'a semblé intéressant de rechercher la cause de cette supériorité.

L'argile de Stourbridge, conservée dans un lieu sec, se présente en masses consistantes qu'il est assez difficile de rompre par la pression de la main, et qui résistent même à de légers coups de marteau. Elle est rayée par l'ongle et prend un certain poli quand on la coupe au couteau. Sa couleur est le brun noir foncé. Sa cassure offre deux apparences très-distinctes : certaines parties sont mattes et terreuses, bien qu'assez unies et douces au toucher; les autres sont parfaitement lisses, éclatantes, et rappellent l'aspect des surfaces brillantes qu'offrent certaines hématites brunes mamelonnées. Elle se pulvérise très-aisément sous le pilon, et la poudre passée au tamis de soie se compose en grande partie de particules presque impalpables. La matière est complétement homogène; car les petits fragments qu'on obtient en lavant cette poudre à l'augette, se réduisent aisément par la porphyrisation, en une poudre impalpable entièrement identique avec celle qui avait été séparée par lavage. L'argile sèche absorbe très-promptement l'eau avec laquelle on la met en contact. Elle se désagrége alors aisément par la pression; mais elle ne fait point pâte comme les argiles grasses employées pour la fabrication des creusets de verrerie.

L'argile de Stourbridge ne contient point d'autres principes fixes que la silice et l'alumine : je n'y ai pas trouvé la moindre trace de terres alcalines ni d'oxydes métalliques. Elle se distingue surtout de la plupart des autres argiles réfractaires par la forte proportion d'alumine qu'elle renferme. La matière terreuse qui constitue essentiellement l'argile, est mélangée intimement d'une substance combustible qui, par la calci-

nation en vase clos, laisse un résidu de carbone; celui-ci colore en gris foncé chacune des particules les plus ténues de la matière terreuse, et ne se gazéifie complétement que par un grillage très-prolongé. Ce mélange si intime de carbone paraît contribuer notablement à accroître la propriété réfractaire de l'argile.

J'ai trouvé dans l'argile de Stourbridge la composition suivante :

Silice.	0,461
Alumine.	0,388
Eau combinée et matières combustibles volatiles.	0,128
Carbone produit par la calcination en vase clos.	0,015
Total.	0,992

L'argile de Stannington offre à peu près les mêmes caractères extérieurs que celle de Stourbridge, à cela près que sa couleur est moins foncée; elle n'est point aussi homogène, car on peut aisément en séparer par le lavage des lamelles brillantes de mica; elle est encore moins disposée que l'argile de Stourbridge à faire pâte avec l'eau. Calcinée en vase clos, elle donne un résidu d'un gris assez foncé; mais le grillage ne fait point disparaître cette couleur, et ne donne lieu à aucune perte de poids. J'y ai trouvé :

Silice.	0,420
Alumine.	0,409
Magnésie.	0,001
Chaux.	0,013
Trace d'oxyde de fer.	»
Eau combinée. . . .	0,147
Total.	0,990

Le mélange qui sert à fabriquer chaque creuset est composé comme suit :

	k.
Argile de Stourbridge sèche pulvérisée.	5,22
— de Stannington id. id.	5,22
Fragments de vieux creusets pulvérisés. .	0,43
Coke pulvérisé.	0,05
	10,92

On humecte la matière avec une quantité d'eau suffisante pour que la pâte qui en résulte s'agglomère par la pression et conserve la forme qui lui est donnée. Mais il s'en faut de beaucoup que cette pâte ait l'homogénéité et la consistance de celles qu'on emploie pour fabriquer les creusets de verreries. Aussi lorsque le creuset a été façonné par le procédé qui va être décrit, et lorsqu'il a été soumis à la cuisson à une température rouge ménagée, on remarque que la cassure offre une véritable brèche composée de fragments terreux juxtaposés et de menus débris de coke, réunis par un ciment argileux grisâtre peu abondant. Ces éléments ne sont que faiblement agglomérés et se pulvérisent aisément par le choc du marteau. J'ai trouvé que le poids des creusets calcinés, était moyennement de 20 $\frac{1}{2}$ livres ou de 9k.,08.

Mais cette texture est complétement modifiée quand les creusets ont servi à la fusion de l'acier. La pâte est convertie en un émail vitreux d'une dureté extrême, qui ne se laisse point rayer par la lime; elle offre une couleur noire très-foncée qui ne se distingue que par un moindre éclat des fragments de coke empâtés. La texture vitreuse devient plus prononcée, et les vides moins nombreux et plus microscopiques à mesure que le creuset reste plus longtemps soumis à la température de

la fusion de l'acier. Dans un creuset qui avait été maintenu pour essai pendant cinq fusions sous l'influence de cette température, la matière terreuse était transformée en un émail noir très-vitrifié parfaitement homogène, et qui en sortant du fourneau se montrait malléable comme du verre à demi refroidi.

Mode de fabrication des creusets.

La fabrication des creusets à acier exige comparativement moins de main-d'œuvre que celle des creusets employés dans les verreries et dans les usines à zinc. Elle a toujours lieu par voie de moulage, au moyen de l'appareil que représente la *fig*. 5. Cet appareil se compose, 1° d'un moule cylindrique en fonte *aa*, soigneusement allésé à l'intérieur, très-légèrement conique vers le haut, ouvert à ses deux extrémités, ayant la hauteur et la forme extérieure qui doivent être donnés au creuset; 2° d'un socle épais en fonte *bb*, solidement encastré dans un billot de bois et muni d'un rebord circulaire dans lequel s'encastre le cylindre conique par sa moindre base; au centre du socle correspondant à l'axe du cylindre, se trouve une petite mortaise creusée dans la masse de fonte, et destinée à recevoir l'extrémité du noyau dont il est question ci-après; 3° d'un noyau *cc* composé d'un bois très-dur et très-lourd provenant des régions tropicales, ayant la forme intérieure du creuset, traversé par un fort axe en fer *d*, dont l'extrémité la plus étroite se loge dans la mortaise du socle de fonte, tandis que l'autre forme une tête arrondie destinée à recevoir les chocs d'un lourd marteau. Au-dessus du noyau de bois, se trouve une plaque circulaire en fonte *ee*, ayant même diamètre que l'extrémité la plus large du moule en fonte. En suivant ce détail sur la *fig*. 5, on com-

prend aisément que lorsque l'axe du noyau est tenu vertical et est engagé dans la mortaise du socle par son extrémité inférieure, il reste entre ce noyau et le moule extérieur, un vide qui a précisément la forme que l'on veut donner au creuset.

Pour mouler un creuset, l'ouvrier commence par enduire d'une couche d'huile les deux parties du moule, et par placer le cylindre sur le socle dans la position qu'indique la *fig.* 5. Il charge ensuite dans le cylindre la quantité de pâte argileuse indiquée ci-dessus (10k.,92), et introduit de force au milieu de cette masse, le noyau central, en le maintenant dans une situation telle que son axe reste vertical et coïncide avec l'axe de cylindre. Lorsque la résistance développée par le refoulement de l'argile ne permet plus au noyau de pénétrer plus loin par l'effet d'une simple pression, l'ouvrier agit, comme il a été dit, au moyen du choc d'un marteau manœuvré à deux mains, jusqu'à ce que l'extrémité inférieure de l'axe en fer ait pénétré dans la mortaise et que la rondelle de fonte soit venue affleurer la base supérieure du cylindre.

Pour dégager le creuset moulé, il ne reste plus qu'à retirer le noyau central, à boucher le trou formé dans le fond du creuset par l'extrémité de l'axe, à enlever le cylindre contenant encore le creuset de dessus le socle qui est invariablement lié à son support, et à placer le fond du creuset mis ainsi à découvert sur une rondelle de bois circulaire ayant un diamètre un peu moindre que ce fond, et supportée elle-même sur une tige de fer (*fig.* 6). Le moule extérieur soutenu avec précaution et glissant par son propre poids, est abaissé jusque sur le sol et laisse enfin le creuset isolé sur la ron-

delle. L'ouvrier donne la dernière façon au creuset en rétrécissant la partie supérieure par une légère pression, et en l'amenant à la forme que représente très-exactement la *fig.* 7. La plus grande largeur du creuset se trouve alors à $0^m,10$ au-dessous du niveau de l'ouverture. Le plus grand diamètre extérieur est $0^m,19$, le diamètre intérieur correspondant est $0^m,16$; le diamètre extérieur de l'ouverture est $0^m,17$. L'épaisseur varie progressivement de $0^m,030$ (fond) à $0^m,014$ (bord supérieur).

Les fromages sur lesquels reposent les creusets, sont de petits cylindres ayant $0^m,13$ de diamètre sur $0^m,08$ de hauteur. Les couvercles, légèrement bombés au centre, ont pour épaisseur maximum $0^m,04$.

Il est essentiel que les creusets perdent très-lentement l'eau de mouillage : à cet effet, on les laisse quelques jours dans l'atelier de moulage, puis on les dépose sur plusieurs rangées d'étagères (*fig.* 2 et 3) fixées le long des murs de l'atelier de fusion où la proximité des fourneaux entretient une température assez élevée.

La fabrication des creusets est un travail fort pénible : un bon ouvrier consacre au moins six jours à fabriquer les 108 creusets qu'exige chaque semaine un atelier de 10 fourneaux porté au maximum d'activité. Je m'explique difficilement que dans une contrée où la main-d'œuvre est à un prix fort élevé, on n'ait pas encore simplifié ce travail au moyen d'une machine dont la disposition se présente tout d'abord à la pensée, et dans laquelle le noyau serait pressé par une vis traversant un écrou encastré dans un système lié invariablement avec le socle.

L'acier, lorsqu'il est amené à l'état liquide, est coulé dans des lingotières en fonte (*fig.* 8), ouvertes à leur extrémité supérieure et fermées à l'autre extrémité, composées de deux parties qui s'emboîtent librement l'une dans l'autre; celles-ci sont maintenues pendant la coulée au moyen de coins chassés au marteau entre la lingotière et deux anneaux en fer forgé. La forme des lingotières varie un peu, selon les usines et la destination ultérieure du produit : ordinairement l'acier fondu est moulé en prismes octogonaux ayant 25 à 30 centimètres carrés de section, et 60 centimètres de longueur. Quand le moment de la coulée est venu, on dispose deux à deux les lingotières dans une position peu inclinée en les appuyant sur le bord d'une petite fosse ménagée dans le sol de l'atelier (*fig.* 1 et 8).

Lingotière pour le moulage de l'acier fondu.

Le matériel d'une fonderie d'acier comprend encore : les tenailles servant à retirer les creusets du feu (*fig.* 9) et celles qui servent à verser l'acier dans le moule (*fig.* 10); un grand entonnoir en tôle et une longue tige de fer (*fig.* 11) servant à introduire la charge dans les creusets; des ringards pour nettoyer la grille et pour disposer convenablement les fragments de coke dans le fourneau; des paniers pour transporter et charger le coke; des marteaux pour casser en fragments les barres d'acier de cémentation; un étau et des outils pour parer au besoin les lingots d'acier.

Autres parties du matériel d'une fonderie.

En Yorkshire, le coke se fabrique toujours en dehors des fonderies d'acier : on se contente donc de joindre au terrain qu'exige le bâtiment, une cour assez grande pour qu'on puisse y déposer les

Surface de terrain nécessaire à une fonderie.

grès et les poussières réfractaires, les vieux creusets et le mâchefer des fourneaux; il convient aussi qu'on puisse y faire aisément circuler les voitures employées pour le transport du coke, des matériaux réfractaires, de l'acier brut et de l'acier fondu. Une surface totale de 400 mètres carrés est suffisante pour l'usine que représente la Pl. XIII.

2° Matières premières et combustible. Les matières premières nécessaires à la fabrication de l'acier fondu, sont : les substances réfractaires dont la nature et l'emploi ont été précédemment décrits, l'acier brut de cémentation et le coke.

L'acier brut est concassé au moyen d'un marteau en fragments de deux sortes : les uns, qui conservent toute la largeur de la barre, ont en longueur 5 à 7 centimètres de moins que la hauteur du creuset, de telle sorte qu'on peut les y introduire en les plaçant debout; les autres sont concassés en petits fragments irréguliers ayant pour la plupart, depuis 10 jusqu'à 30 centimètres cubes. Lorsqu'un atelier d'élaboration est annexé aux fonderies d'acier, on passe en outre dans les creusets avec l'acier brut une certaine quantité de rognures et d'objets de rebut.

Le coke employé dans la plupart des fonderies d'acier est dense, très-dur, composé d'une pâte parfaitement vitrifiée, mais criblée de cavités pour la plupart microscopiques et dont les plus grandes ont rarement plus de 1 millimètre de diamètre. Les fragments sont sillonnés çà et là par de grandes fissures : leur densité moyenne varie à raison de la présence de ces fissures de $0^m,75$ à $0^m,92$. Soumis à l'incinération, ce coke laisse un

résidu argileux, ne faisant pas effervescence avec les acides, et qui ordinairement est à peine coloré par de l'oxyde de fer. L'essai d'un coke réputé de très-bonne qualité pour la fusion de l'acier m'a donné :

Carbone fixe.	0,837
Substances combustibles volatiles.	0,039
Eau hygrométrique.	0,015
Cendres argileuses, très-réfractaires.	0,109
	1,000

Avant d'être employé, le coke est cassé par l'emplisseur de reisses en fragments dont le volume est compris entre 60 et 190 centimètres cubes. Les poussières et les menus débris que produit ce cassage et ceux qui restent sur le sol du magasin sont employés, ainsi qu'on l'indiquera plus loin, soit dans le fourneau de fusion pour la mise en feu et entre deux fontes d'une même campagne, soit dans le four où se fait la cuisson préalable des creusets.

3. Personnel d'un atelier de fusion.

Le personnel attaché à une fonderie d'acier varie en raison du nombre de fourneaux qu'on y tient en activité, et ce nombre varie lui-même beaucoup en Yorkshire selon l'état du commerce : j'ai constaté, par exemple, qu'en août 1842, la moitié des fourneaux du Yorkshire était en chomage. Un atelier de 10 fourneaux en activité complète, c'est-à-dire fondant cinq jours par semaine, exigerait le concours de huit ouvriers que je vais désigner par les dénominations qui me paraissent exprimer leur fonctions plutôt que le nom usuel qu'on leur donne dans les ateliers :

Le chef d'atelier (*smelter*) : il surveille l'ensemble du travail, casse au marteau, en petits

fragments, les barres d'acier brut, et prépare dans des sébilles la charge de chaque creuset, verse l'acier fondu dans les lingotières, concourt aux réparations des fourneaux, etc.

Deux fondeurs (*takers out*) : ils sont spécialement chargés de toutes les manipulations qu'exige la fusion; seuls ils retirent les creusets du fourneau et les apportent au chef d'atelier.

Le monteur de lingotières (*mould getter up*) : il prépare les lingotières à mesure que le chef d'atelier en a besoin, et en retire les lingots solidifiés; il aide les fondeurs à charger le coke pendant la fusion.

L'emplisseur de reisses (*coaky*) : emplit de coke les paniers ou reisses et les monte dans l'atelier; se joint au précédent pour assister les fondeurs dans toutes les manipulations.

Le surveillant aux grilles (*boy*) : c'est un enfant de 10 à 12 ans qui se tient ordinairement dans la cave pour avertir les fondeurs dès que l'aspect de la grille indique qu'un creuset est percé; souvent, en outre, il façonne les fromages au moyen d'un mandrin et d'un moule en fonte; il trie au marteau les fragments de vieux creusets qui, étant exempts de parties vitrifiées, peuvent être repassés dans le mélange, ainsi qu'il a été dit précédemment; il aide le fabricant de creusets lorsque les fourneaux de fusion sont inactifs.

Le fabricant de creusets : cet emploi, ainsi qu'on l'a déjà annoncé, suffit pour occuper tout le temps d'un ouvrier, dans un atelier de dix fourneaux en activité complète.

Les fourneaux n'étant en feu que pendant le jour, ces ouvriers ne fournissent qu'un seul poste de 10 à 12 heures; leur paye par semaine s'élève

ordinairement à 7 liv. 8 sh. (186 fr. 54 c.). Je n'ai point appris que le salaire fût jamais établi en raison des produits fabriqués.

Indépendamment de ces sept ouvriers attachés constamment à l'atelier, on emploie assez souvent, quand l'atelier est au maximum d'activité, un autre ouvrier pour le parage des lingots et pour divers travaux accessoires.

Dans quelques petits ateliers à quatre fourneaux où l'on ne maintient en feu que trois fourneaux pendant trois jours chaque semaine, et où l'on s'applique à réduire le personnel autant que possible, on emploie seulement deux ouvriers, savoir : un fondeur chargé de toutes les opérations énumérées ci-dessus, et un enfant de quatorze à quinze ans qui ne le seconde que dans les travaux que comporte son âge. Je n'ai trouvé nulle part en Europe, ailleurs qu'en Angleterre, des ouvriers pouvant suffire seuls et sans relâche pendant une journée entière au travail pénible qu'exige la conduite de trois fourneaux à acier. Le salaire de ces deux ouvriers s'élève ordinairement à 2 liv. 3 sh. (55 francs 20 cent.) par semaine.

4° Conduite du travail dans une fonderie d'acier.

Les fourneaux à acier fournissent des campagnes dont la durée n'excède jamais cinq jours ; cette durée est souvent réduite à trois jours lorsque les usines manquent de débouchés. En outre, bien qu'ils restent allumés pendant toute la campagne, ces fourneaux travaillent toujours d'une manière intermittente et seulement dix heures sur vingt-quatre.

Réparation et mise en feu des fourneaux.

Dans un atelier où l'on fond cinq jours par semaine, la réparation des fourneaux doit toujours

être terminée le dimanche soir; on commence alors à chauffer chaque fourneau avec de grandes précautions, afin que la chemise se dessèche et n'arrive que très-graduellement à la température élevée qu'exige la fusion de l'acier. A cet effet, on jette sur la grille quelques pelletées de houille embrasée que l'on recouvre de coke frais; quand cette masse de combustible commence à s'allumer, on complète la charge avec du fraisil; on place dans le rampant une brique qui le bouche presque entièrement, et l'on ferme l'orifice du fourneau avec le couvercle (*fig.* 4). Il se produit ainsi, pendant la nuit suivante, une combustion étouffée qui dessèche complétement la chemise neuve et en porte graduellement la température jusqu'au rouge sombre. On répète la même opération pour tous les fourneaux que l'on veut mettre en feu.

Dans la même soirée on place sur la grille du four à recuire (*fig.* 1 et 2), 5 centimètres environ de menu coke embrasé, provenant d'un feu de houille que l'on entretient constamment sur la grille adjacente (*fig.* 2), on établit au-dessus les creusets qui doivent être employés le lendemain, puis on remplit le four de menu coke provenant des résidus de magasin ou d'escarbilles accumulées au fond des cendriers.

Le lundi matin on procède à la mise en feu : à cet effet, on secoue avec un rable les matières pulvérulentes qu'on avait jusque-là maintenues dans le fourneau, on nettoie la grille et l'on y place les creusets. Les centres des deux creusets doivent être dans le même plan vertical, à égale distance des deux grands côtés du fourneau; suivant ce même plan, il existe 5 centimètres de vide entre

les deux creusets, et entre chacun de ceux-ci et les petites faces du fourneau. Dans cette situation creusets, la distance des comprise entre eux et les grandes faces du fourneau est de $0^m,095$.

On place le couvercle sur les creusets vides, on remplit les fourneaux de coke frais, on débouche les rampants et l'on ferme l'orifice supérieur. Il se produit immédiatement un très-fort tirage, et dans l'intervalle d'une demi-heure le fourneau atteint une température fort élevée.

Chargement des creusets.

On procède alors au chargement en découvrant les creusets et y introduisant l'extrémité de l'entonnoir en tôle. Le chef d'atelier charge d'abord deux ou trois fragments d'acier longs de $0^m,35$ environ; mais pour garantir les creusets contre le choc, un fondeur place préalablement dans l'entonnoir un ringard droit, dans la position qu'indique la *fig.* 11. Ces bouts de barres sont placés verticalement contre l'un des côtés du creuset, puis dans l'intervalle compris entre eux et le côté opposé, on tasse de petits fragments d'acier. Cet arrangement a pour objet de faire tenir dans chaque creuset la plus grande charge possible. Souvent, ainsi que je l'ai annoncé précédemment, on termine la charge avec des débris de tôle, de fils d'acier, ou des rebuts de diverses fabrications.

La charge totale de chaque creuset varie de 28 à 36 livres anglaises; elle est ordinairement de 30 liv. (13 k. 6.)

La charge faite, on replace le couvercle des creusets, on remplit le fourneau de coke frais, on ferme, au moyen du couvercle (*fig.* 4), l'orifice supérieur, et l'on commence la fusion.

Conduite du feu.

Pour développer et maintenir dans le fourneau

la haute température qu'exige la fusion de l'acier, il faut choisir un coke remplissant les conditions indiquées ci-dessus; et observer en outre certaines règles dans le chargement de ce combustible.

Il ne faut pas trop multiplier les charges, parce qu'on refroidit doublement le fourneau, en ouvrant l'orifice supérieur, ce qui diminue temporairement le tirage, et en y introduisant un corps froid. Il vaut mieux procéder par grandes charges peu fréquentes, sauf à laisser le coke embrasé tomber au-dessous du niveau des creusets, et à mettre ceux-ci de loin en loin en contact avec une charge complétement froide. Ordinairement on charge d'heure en heure de 20 à 25 kilogrammes de coke dans chaque fourneau. A cet effet, après avoir tassé avec un ringard ce qui reste de coke dans le fourneau, on verse doucement la nouvelle charge de manière qu'elle remplisse autant que possible la partie vide : pendant qu'un ouvrier verse ainsi le coke avec une reisse, un autre range et tasse les fragments avec un ringard, retire tous ceux qui tombent dans le rampant afin de maintenir toute l'activité du tirage, et les accumule en plan incliné sur la paroi du fourneau opposée à ce rampant. Cette charge doit se faire rapidement, en moins de deux minutes.

Les cendres du coke étant réfractaires, ne tendent point à obstruer la grille : celle-ci n'exige donc que très-peu de soins de la part des ouvriers. Quelquefois on voit tomber entre les barreaux des filaments de matières vitreuses liquéfiées par la violence du feu ; mais dans ce cas même les ouvriers sont rarement obligés de dégager les barreaux avec un ringard.

Ordinairement la fusion de l'acier est complète,

4 heures après le chargement : le fondeur s'assure de l'état de la charge en découvrant les creusets. Les ouvriers règlent les charges de coke de telle sorte que la partie supérieure des creusets soit à découvert quand l'instant de la coulée est arrivé; ils rechargent un peu de combustible dans les fourneaux où la fusion n'est pas complétement achevée, et ils ne coulent qu'en dernier lieu le métal qui y est contenu.

La coulée du métal en lingots se fait avec une grande célérité et exige le concours de tous les ouvriers : les fondeurs saisissent avec la tenaille (*fig.* 9) le creuset auquel le fromage et le couvercle restent adhérents, et le placent à portée du chef d'atelier : celui-ci le reprend aussitôt avec l'autre tenaille (*fig.* 10), détache le couvercle par un léger coup de marteau, et verse immédiatement tout le contenu dans une lingotière; le métal est très-fluide et projette de nombreuses étincelles, qui jaillissent encore du moule quelques secondes après que toute la charge y est introduite. L'ouvrier ne peut soulever le creuset plein qui pèse environ 25 kilogrammes, qu'en saisissant la tenaille à deux mains et la tenant fort près de son corps : ses mains et ses habits seraient immédiatement brûlés sous l'influence de la température excessive du creuset, s'il ne les recouvrait de nombreuses enveloppes de laine. Le creuset vide est jeté sans aucune précaution sur le sol de l'atelier, où il séjourne jusqu'à ce que l'autre creuset ait été vidé de la même manière. Les deux mêmes creusets avec les mêmes couvercles sont alors replacés vides dans le fourneau que l'on referme pour le réchauffer, après y avoir chargé un peu de coke frais. On opère successivement de la même manière, et sans in-

Coulée et moulage de l'acier fondu.

siste malgré ces tentatives, il faut retirer le creuset et sauver ce qui reste du contenu. Ces fuites sont la cause presque unique du faible déchet qui a lieu dans les fonderies d'acier.

Un autre motif contribue encore à restreindre le nombre de fusions effectuées dans un même creuset : c'est le rétrécissement graduel de volume qui entraîne dans le poids des charges une diminution correspondante. Le volume intérieur des creusets séchés à l'air est de 8$^{lit.}$,85, et j'ai trouvé que le volume d'un creuset bien conservé ayant fourni trois fusions, était réduit à 6$^{lit.}$,30. Les ouvriers de plusieurs usines se sont accordés pour m'affirmer que cette diminution de volume continuerait à se manifester dans de nouvelles fusions. Ce fait remarquable me paraît devoir être attribué à une double cause. Le retrait que prennent les argiles par la cuisson dans les circonstances ordinaires, est dû à un commencement de vitrification qui amène un rapprochement entre les divers éléments : on conçoit très-bien que sous l'influence de la haute température du fourneau de fusion, l'argile n'arrive pas aussitôt que dans les autres foyers métallurgiques à la limite supérieure de la vitrification : la variation de structure que présentent les creusets qui ont servi à une, à deux ou à trois fusions, confirme bien cette explication : leur pâte considérée à la loupe, est d'autant plus vitrifiée et d'autant moins poreuse qu'elle a été exposée plus longtemps à l'action du feu. En second lieu, les creusets, à la haute température où ils sont maintenus, acquièrent en partie la malléabilité du verre, et ne se brisent point même par des chocs très-brusques : on comprend donc que la pression exercée pendant le travail par les chocs

ou par la pression des ringards ait constamment pour effet d'en diminuer le volume.

Au reste, le volume de la charge d'acier fondu ne dépassant guère $1^{lit},75$, il est clair que le rétrécissément de l'argile n'influe sur le poids des charges qu'en augmentant la difficulté de placer en peu de temps dans les creusets les fragments solides et les rognures qui constituent cette charge. Cette influence est assez prononcée pour que le poids des trois charges faites dans le même creuset se réduise successivement de 32 livres à 30 et à 28 livres.

Les campagnes ne se prolongent pas au delà de cinq jours : mais il arrive souvent qu'en raison de la qualité imparfaite des poussières réfractaires dont le fourneau est composé, on se trouve obligé de les interrompre plus tôt. Presque toujours les parois sont déjà assez corrodées, après trois jours de feu, pour que la consommation de combustible soit notablement augmentée. Ainsi, tandis que la consommation moyenne du deuxième jour de fusion, n'est parfois que de 250 de coke pour 100 d'acier, il arrive souvent que le cinquième jour, cette consommation dépasse 350. C'est par ce motif, que lorsqu'en raison de la stagnation du commerce, on ne peut porter les fourneaux au maximum d'activité, on réduit ordinairement à trois jours la durée des campagnes, plutôt que de diminuer le nombre des fourneaux actifs.

Propriétés physiques de l'acier fondu.

L'acier fondu prend assez nettement la forme des lingotières dans lesquelles ils est coulé. Le poids des lingots, égal à celui d'une charge de creuset, varie de 12 à 16 kilog. Bien que l'acier brut soit cassant, les lingots, en raison de leur section con-

sidérable, sont assez difficiles à briser. La cassure fraîche offre une couleur grise sans reflet bleuâtre qui rappelle un peu la nuance de l'antimoine impur de première fusion. La masse entière est ordinairement criblée de petites cavités de forme arrondie à surface irisée, et presque toujours il existe au centre une cavité beaucoup plus grande dont la surface également irisée est tapissée d'une multitude de cristaux aciculaires.

Considérée en petit, la cassure est grenue, âpre et comme chagrinée; mais lorsqu'on fait miroiter la lumière sur l'ensemble de la cassure, on y aperçoit distinctement une disposition lamellaire fibreuse très-régulière : ces fibres sont toutes perpendiculaires à la surface extérieure contiguë, en sorte que leur rencontre dessine très-régulièrement les deux diagonales du carré qui résulte de la section transversale du lingot.

5° Frais de fabrication de l'acier fondu en Yorkshire.

Je résumerai et compléterai les détails techniques et économiques que je viens d'exposer, en indiquant, dans le tableau suivant, tous les éléments du prix de fabrication de l'acier fondu dans le Yorkshire.

Ce prix, qui s'élève à 21f.,08, est ordinairement payé aux exploitants, dont l'industrie consiste à fondre l'acier brut qui leur est remis à cet effet par d'autres fabricants. Les éléments en sont groupés d'après les principes indiqués à l'article de l'acier brut cémenté. Ils se rapportent à une usine de proportion moyenne, disposant d'un matériel de 10 fourneaux, qui, assurée de ses débouchés, a pu être maintenue au maximum d'activité pendant ces dernières années, et où la production s'est élevée en conséquence, à 8.763 livres (3.972 kil.) par semaine, soit par an, à 2.000 quintaux métriques.

FRAIS DE FABRICATION DE 100 KILOGR. D'ACIER FONDU EN YORKSHIRE.

		Consommation en matières et en journées de travail.	Valeurs des matières et des journées de travail consommées. Partielles.	Totales.
Frais spéciaux.				
		kil.	f. c.	f. c.
Acier brut de cémentation		102,7	»	
Coke, à 1f.,65 les 100 kilogr.		325,0	5,36	
Creusets : 108 par semaine, donnant lieu au frais suivants :	f.			
Matériaux : argile de Stourbridge. 559 k. à 5,58 les 100 k.	31,19			
— de Stannington. 559 3,10 —	17,33			
— — pour fromages et couvercles. 450 3,10 —	13,95			
1,568	62,47			
Main-d'œuvre : 1 ouvrier payé par semaine 1 liv. 6 sh.	32,77			13,63
Frais divers : aide employé accidentellement ; façon des fromages et couvercles, huile pour le moulage, moules, etc.	17,56			
	112,80			
Matériaux pour l'entretien hebdomadaire des fours, 4m.c.,25, coûtant 10f.,08 le mètre cube et		29,1	2,84	
pesant 2.100 kilogrammes.		225,0	1,08	
Main-d'œuvre pour la fusion et l'entretien des fours, à 3f.,07 par journée.		1j.,23	3,78	
Travaux accessoires : parage des lingots, journées supplémentaires, etc.		»	0,57	
Frais généraux.				
Capital industriel : loyer de l'usine ou intérêt du capital à 5 pour 100.		»	0,94	
Fonds de roulement : intérêt à 6 pour 100.		»	0,33	
Entretien du matériel : matériaux divers ; outils, ringards, lingotières, reisses à coke, etc.		»	0,44	7,45
Direction et surveillance (point d'agents spéciaux).		»	»	
Frais divers : impôts, patente, frais de bureau, ports de lettres, etc.		»	0,62	
Bénéfice		»	5,12	
Total.				21,08

J'ai rapporté avec détail dans le tableau précédent les consommations relatives à la fabrication des creusets, parce qu'elles constituent une des principales dépenses des fonderies d'acier. A ce sujet, j'ajouterai que les fabricants de Yorkshire évaluent ordinairement à 1 sh. 1 d. (1fr,36) le prix de revient d'un creuset, tandis que les renseignements présentés ci-dessus ne portent ce prix qu'à 1fr,03. Toutefois, j'ai lieu de penser que le prix de 1fr,36 ne peut être atteint que lorsqu'on reporte sur la fabrication des creusets une partie de frais généraux de la fonderie. Ayant pris soin de contrôler à plusieurs sources d'information les renseignements présentés ci-dessus, je crois pouvoir affirmer que les frais spéciaux de fabrication ne s'élèvent dans aucune usine au delà de 1fr,03, et qu'ils sont moindres encore dans tous les grands ateliers. On m'a affirmé aussi que plusieurs fondeurs d'acier achètent leurs creusets au prix de 1 sh. 6 d. (1fr,89) : ces achats doivent être une rare exception; car ayant eu occasion de visiter plus de vingt fonderies, je n'en ai pas vu une seule qui ne fût pourvue d'un atelier pour la fabrication des creusets.

Dans les conditions où se trouvent depuis plusieurs années les usines du Yorkshire, et vu l'active concurrence que se font les fabricants, le bénéfice est loin de s'élever, dans la plupart des fonderies, au taux indiqué par le tableau précédent. Si l'on supposait, ainsi qu'on l'a admis dans le premier paragraphe pour l'atelier de cémentation, que la production annuelle ne fût que les deux tiers de celle qui correspond au maximum d'activité, il n'y aurait à faire que peu de modifications aux frais spéciaux évalués par

100 kilogr., et à la somme annuelle des frais généraux : le prix de fabrication de 100 kil. d'acier fondu pourrait donc être établi approximativement ainsi qu'il suit :

	fr.
Frais spéciaux.	13,63
Frais généraux. . . .	3,50
Bénéfice.	3,95
Total. . . .	21,08

Frais totaux relatifs à la conversion du fer en acier fondu.

En rapprochant les données économiques relatives à la cémentation du fer et à la fusion de l'acier, on trouve que le prix de revient en Yorkshire de 100 kilogr. d'acier fondu fabriqués avec du fer à 45 fr. les 100 kilogr., doit être établi comme l'indiquent les chiffres suivants :

				fr.
Fer, $101^{kil.},8$ à 45 fr.				45,81
Frais de fabrication :				
Cémentation.			3,62	24,70
Fusion :				
Coke, 325 kil., à $1^{f.},65$. . .	$5^{f.},36$	21,08		
Main-d'œuvre, $1^{j.},23$ à $3^{f.},07$.	3 ,78			
Autres frais et bénéfice. . . .	11 ,94			
Total.				70,51

On peut évaluer à 620 kilogr. le poids de houille nécessaire pour fabriquer 100 kilogr. d'acier fondu, savoir :

Cémentation, 75 kil. $\times$ 1,027.	77 kil.
Fusion, 325 kil. de coke équivalent à $325 \times \frac{10}{6}$ de houille, ci.	543
Total.	620

Les éléments du prix de revient peuvent encore être présentés sous la forme suivante, où je n'ai mis

en évidence que les consommations en houille et en main-d'œuvre ; j'ai groupé avec les autres frais la dépense de 0f.,42 qu'exige la carbonisation de 543 kil. de houille :

			fr.
Fer, 101kil.,8, à 45 fr.			45,81
Cémentation.		3f.,62	24,70
Fusion :			
Houille, 543 kil. à 0f.,91 . .	4f.,94	21 ,08	
Main-d'œuvre.	3 ,78		
Autres frais et bénéfice. . .	12 ,36		
Total.			70,51

Raffinage de l'acier fondu.

Les lingots d'acier fondu présentent toujours dans leur partie centrale, des cavités dues au retrait que prend le métal fondu en se solidifiant : ils sont en outre dépourvus de malléabilité. On ne peut donc les employer dans l'industrie manufacturière qu'après les avoir soumis à une suite de ressuages et d'étirages opérés avec de grandes précautions, d'où résulte la sorte d'acier désignée en Yorkshire sous le nom d'acier fondu deux fois raffiné. Le prix de fabrication de 100 kilogr. de barres raffinées ayant depuis 0m,016 jusqu'à 0m,045 de côté peut être établi moyennement, comme suit :

			fr.
Fer, 112 kil., à 45 fr.			50,40
Frais de fabrication :			
Cémentation.		3,99	56,78
Fusion.		23,19	
Raffinage :			
Houille, 110 kil. à 1f.,06. . . .	1f.,16	29,60	
Main-d'œuvre, 2j.,0 à 4f.,14. .	8 ,28		
Frais généraux et bénéfice. . .	20 ,16		
Total.			107,18

Les barres d'acier fondu raffiné, l'emportent en général sur les sortes provenant des mêmes fers, et obtenues par un double corroyage de l'acier brut de cémentation; elles sont moins pailleuses, plus homogènes et retiennent mieux, dans les élaborations ultérieures, la propriété aciéreuse. Enfin grâce aux économies introduites dans la fabrication de l'acier fondu, ces avantages ne sont plus balancés que par un faible excédant sur le prix de revient.

Prix marchands des diverses sortes d'acier.

Avant de quitter ce sujet, je dois encore rappeler que les prix de revient des diverses sortes d'acier, dont le détail a été donné dans ce deuxième paragraphe, ne comprennent que les frais de fabrication proprement dits : c'est-à-dire ceux qu'aurait à payer un négociant qui, ayant acheté la matière première, la donnerait à élaborer aux aciéries, en se réservant de vendre les produits fabriqués. Le prix marchand de ces derniers comprend, outre les frais de fabrication, une somme toujours considérable qui doit dédommager le négociant des frais spéciaux de son industrie : des avances de fonds qu'exigent l'achat des fers et leur conversion en acier; des chances défavorables que présentent souvent les affaires commerciales, etc.

Après avoir comparé les prix courants propres à diverses aciéries qui élaborent les sortes de fer qui se rapprochent le plus du type moyen que j'ai pris pour exemple, je crois pouvoir évaluer approximativement ainsi qu'il suit les prix marchands des diverses sortes d'aciers fabriqués avec des fers à 45 fr. les 100 kilogr.

Acier cémenté	brut.		57 fr.
Id.	—	laminé.	70
Id.	—	étiré.	81
Id.	—	1 fois corroyé. .	119
Id.	—	2 fois corroyé. .	136
Id.	—	fondu raffiné. .	155

En rapprochant les détails présentés dans ce deuxième paragraphe sur les frais de fabrication et les qualités spéciales, d'une part de l'acier deux fois corroyé, obtenu directement de l'acier brut de cémentation, et, d'autre part, de l'acier fondu raffiné, on s'expliquera aisément la préférence que les consommateurs accordent maintenant à cette dernière sorte, et l'impulsion extraordinaire qui a été donnée dans ces derniers temps aux fonderies d'acier.

Les mêmes rapprochements font prévoir que les aciéries du Yorkshire placées dans les conditions favorables que signale ce mémoire, pourvues de moyens illimités de fabrication, et disposant des vastes débouchés ouverts au commerce anglais, doivent acquérir chaque année une plus grande importance et suivre dans leur développement le progrès des arts industriels, pour lesquels les aciers bruts et ouvrés sont un moyen d'action indispensable.

Causes qui s'opposeront au développement exclusif des aciéries du Yorkshire.

Toutefois les sociétés européennes tendent aujourd'hui d'une manière si prononcée à s'assimiler toutes les branches d'industrie que comportent la situation géographique, la nature du sol et l'état des relations commerciales, qu'il y a lieu de penser que l'Angleterre ne récoltera pas seule dans le nouveau champ ouvert à l'activité

humaine par la découverte de Benjamin Huntsmann. Indépendamment de cette tendance irrésistible, plusieurs causes s'opposent au développement exclusif des aciéries du Yorkshire. L'Angleterre ne produisant pas la matière première ne peut réussir que fort incomplétement a en assurer le monopole à ses fabricants; il dépend encore moins de l'Angleterre de s'assurer la possessions exclusive de tous les marchés étrangers. D'un autre côté, il existe sur le continent européen plusieurs localités situées à proximité de la mer, où les fers de Suède, de Norwége et de Russie reviendraient à peu près au même prix que dans les usines du Yorkshire; des aciéries de cémention y pourraient compléter cet approvisionnement au moyen de fers indigènes supérieurs en qualité à ceux que produit l'Angleterre; ces ateliers y trouveraient en outre des combustibles à bas prix, et la main-d'œuvre, toute compensation faite à raison de l'habileté acquise par les ouvriers anglais, n'y coûterait pas plus cher que dans le Yorkshire.

Je vais exposer dans le dernier paragraphe de ce mémoire, les résultats de ces tendances et indiquer sommairement l'état actuel et l'avenir probable de la fabrication de l'acier sur le continent européen. J'insisterai sur celle de ces considérations qui s'appliquent à la France, et rechercherai surtout par quels moyens les aciéries françaises pourraient se mettre en mesure de subvenir aux besoins du marché intérieur, et de livrer à de meilleures conditions que par le passé des produits dont l'abondance et le bas prix importent plus que jamais aux arts industriels et à l'économie privée.

§ III. ÉTAT ACTUEL ET AVENIR PROBABLE DE LA FABRICATION DE L'ACIER SUR LE CONTINENT EUROPÉEN, ET PARTICULIÈREMENT EN FRANCE.

État de l'industrie de l'acier en Russie.

Pendant longtemps la Russie a tiré des pays étrangers, de la Suède, des Alpes centrales, de la contrée du Rhin et de la Grande-Bretagne, l'acier nécessaire à sa consommation. Mais cet état de choses s'est graduellement modifié. Depuis le siècle dernier les forges domaniales et privées de la chaîne de l'Oural ont commencé à produire en grande quantité, et même à exporter dans l'ouest de l'Europe, des fers éminemment propres à la fabrication de l'acier. Il était donc naturel que ces forges s'adonnassent elles-mêmes à cette fabrication ; et, il y a vingt ans environ, le gouvernement, pour en favoriser le développement, greva l'entrée des aciers étrangers d'un droit de douane qui pour l'acier non ouvré s'élève à 24 fr. 43 c. par 100 kilogr.

Ces efforts ont porté leurs fruits : la Russie produit aujourd'hui, principalement par voie de cémentation, plus des deux tiers de l'acier qu'elle consomme, et ne reçoit plus des pays étrangers que des produits qui se recommandent par leur qualité supérieure ou dont la fabrication exige des traditions industrielles qui ne sont point encore suffisamment établies dans l'intérieur de l'empire.

Le principal groupe d'aciéries est situé dans des conditions très-favorables aux environs de Nijni-Novogorod, au confluent du Wolga et de l'Oka, au centre des voies navigables de l'empire, et au lieu même où se tient chaque année la plus grande foire de l'Europe orientale. Ces usines trouvent dans les contrées environnantes et surtout dans le

bassin de l'Oka, de grandes ressources en combustible végétal, et elles reçoivent à bas prix, par les affluents de la Kama, puis par le Wolga, les excellents fers à acier des usines de Nijni-Taguilsk, de Katav-Ivanovsk, de Iourzen-Ivanovsk et de Néviansk. Si de sages mesures administratives assurent à l'avenir la reproduction des forêts qui peuvent concourir par voie de flottage à l'approvisionnement de Nijni-Novogorod, ce district me paraît appelé à remplir dans l'est de l'Europe et dans le nord de l'Asie, le même rôle que le Yorkshire dans l'Europe occidentale. Déjà, à proximité des aciéries proprement dites, se sont élevées de nombreuses fabriques qui en élaborent les produits sous forme de haches et autres outils de charpentier, de couteaux et canifs, de faux et faucilles, de fléaux de balances, etc.

Les autres aciéries de l'empire sont pour la plupart annexées aux grandes forges de l'Oural : les principales sont celles de Zlatooust et de Goroblagodat qui produisent l'acier par l'affinage direct de la fonte; l'aciérie de cémentation de Nijni-Saldinsk, etc.

L'ensemble de ces usines produit approximativement les quantités d'acier indiquées ci-après :

	Acier naturel.	Acier de cémentation.	Total.
	q. m.	q. m.	q. m.
Aciéries de Nijni-Novogorod.	»	18.000	18.000
Usines domaniales de l'Oural.	3.600	500	4.100
— — de l'Altaï. .	100	100	200
Usines privées, autres que celles de Nijni-Novogorod. .	1.600	8.200	9.800
Total.	5.300	26.800	32.100

La Russie importe chaque année, environ 14.500

quintaux métriques d'aciers bruts et ouvrés. Les aciers bruts sont fournis principalement par l'Angleterre; la Suède, qui au milieu du dernier siècle concourait dans une proportion notable à cette importation, n'envoie plus ce produit qu'à l'ancienne province suédoise de la Finlande.

L'acier ouvré est principalement importé sous forme de faux : les 9/10 environ de ces instruments si nécessaires à un pays éminemment agricole, où se font chaque année d'énormes approvisionnements de foin, sont fournis par les aciéries des Alpes centrales, et entrent en Russie par la frontière de Galicie : l'autre dixième, importé par la Baltique, provient des usines du Rhin et de la Grande-Bretagne. Enfin la coutellerie et les outils proviennent pour la plus grande partie des aciéries du Yorkshire.

On peut évaluer ainsi qu'il suit, l'importation moyenne annuelle de ces produits :

	q. m.	q. m.
Aciers bruts.	1.000	
Aciers ouvrés : faux et faucilles.	10.000	14.500
— coutellerie, outils, etc. . .	3.500	

Les aciéries de Nijni-Novogorod commencent déjà à exporter leurs produits dans le centre de l'Asie, par diverses voies et surtout par le littoral de la mer Caspienne. La totalité de ces exportations s'élève environ à 1.500 quintaux métriques.

Le commerce des aciers en Russie se résume donc ainsi qu'il suit :

	q. m.	q. m.
Production indigène.		32.100
Importations.	14.500	
Exportations	1.500	
Différ. en faveur des importations.	13.000 ci	13.000
Consommation intérieure.		45.100

Industrie de l'acier en Suède et en Norwége.

La Suède produit depuis longtemps l'acier naturel dans les mêmes usines où se préparent les fers à acier qu'élabore le Yorkshire. La destination donnée à ces fers a naturellement dirigé l'attention des propriétaires suédois vers la fabrication de l'acier de cémentation, et celle-ci fut introduite en Suède et en Norwége dans la première moitié du dernier siècle : mais cette industrie est loin de s'y être développée autant que le comporte l'abondance de la matière première; il paraît qu'aujourd'hui elle ne contribue guère que pour un quart à la production totale de la Suède, et que cette dernière peut être évaluée approximativement à 24.000 quintaux métriques.

La Suède n'importe sous aucune forme l'acier des pays étrangers; loin de là, depuis longtemps elle fait concurrence sur tous les marchés du monde pour la vente de ses aciers bruts, aux aciéries des Alpes centrales et du Rhin. Le développement des aciéries du Yorkshire n'a point interrompu ces exportations qui s'élèvent encore année moyenne à 16.300 quintaux métriques. Les principaux pays de destination, énumérés suivant l'ordre d'importance de leur consommation, sont : le Portugal et les Açores, les Etats-Unis d'Amérique, les Indes orientales, la Danemark, les villes Anséatiques, la Finlande, etc. La Suède ne fait pas directement toutes les exportations; elle expédie, en moyenne, aux entrepôts de la Grande-Bretagne, 5.100 quintaux métriques d'acier que le commerce anglais distribue sur divers marchés, particulièrement dans les Indes orientales, au Mexique et dans les autres états américains où fleurit l'exploitation des mines, en Portugal, et en Espagne. On recherche surtout les aciers suédois en ce

qu'ils se forgent très-aisément et se vendent à bas prix : j'ai constaté l'année dernière qu'ils ne coûtent moyennement que 45 fr. les 100 kilogrammes à l'entrepôt de Londres. Cet entrepôt reçoit aussi de Suède, pour les mêmes destinations, des quantités considérables des fers communs qui ne se vendent moyennement que 30 fr. les 100 kilogr.

Je n'ai pas encore constaté la quantité d'acier que produit la Norwége : un fabricant de Sheffield, qui connaît bien les usines de ce pays, et qui en tire ses matières premières, m'a affirmé que cette production, dont la plus grande partie est obtenue par la cémentation, s'élève à peine à 5.000 quintaux métriques.

Industrie de l'acier dans la monarchie autrichienne.

Ainsi que je l'ai indiqué dans l'introduction de ce mémoire, la monarchie autrichienne possède près des gîtes de minerai de fer spathique d'Eisenertz et de Huttenberg, dans la partie centrale des Alpes, le principal groupe d'aciéries du continent européen : quelques usines approvisionnées par des minerais de même nature, existent aussi dans le Tyrol et dans le royaume Lombardo-Vénitien, et se rattachent à ce même groupe. Au commencement de l'ère chrétienne, ces aciéries et les fabriques qui y sont annexées fournissaient déjà les aciers bruts et ouvrés aux régions orientales et méridionales de l'Europe. Ces produits s'exportent en partie par les ports de l'Adriatique pour le littoral de la Méditerranée et de la mer Noire; et pendant longtemps les barres non ouvrées ont été connues dans le commerce, sous le nom d'aciers de Venise.

Les aciers naturels des Alpes centrales convien-

nent particulièrement à la fabrication des faux, et c'est surtout sous cette forme qu'ils se répandent dans toutes les parties du continent européen. Les 10.000 quintaux métriques que la Russie tire chaque année de ce groupe d'aciéries sont importés, comme on l'a dit, par la frontière de Galicie; c'est également par des routes de terre que les faux des Alpes centrales sont expédiées dans toute la monarchie autrichienne, dans le nord de l'Italie, en Bavière, en Wurtemberg, en Suisse, dans l'est de la France, dans le nord de l'Allemagne, en Pologne, etc.

Il paraît résulter de l'ensemble des renseignements que j'ai recueillis, que la production de l'acier naturel dans la monarchie autrichienne s'élève approximativement à 128.000 quintaux métriques.

Industrie de l'acier dans l'association douanière allemande.

Le groupe des aciéries du Rhin, situé dans une contrée moins riche que la Styrie et la Carinthie en forêts et en eaux motrices, n'a jamais eu l'importance du groupe précédent, en ce qui concerne la production de l'acier brut. Mais la proximité du riche bassin houiller de la Rhur y a singulièrement favorisé la fabrication des aciers corroyés, et surtout de la coutellerie, des armes, des outils tranchants, etc. Les usines qui produisent la matière brute sont éparses sur le cours d'eau et au milieu des massifs boisés qui environnent le Stahlberg, principal dépôt des minerais d'acier; tandis que les fabriques qui élaborent l'acier brut, sont groupées à proximité des houillères de la Rhur. Les fabriques qui exigent l'emploi de moteurs hydrauliques sont disséminées sur les cours d'eau qui abondent aux environs de

Reimscheid; celles qui exigent plus particulièrement une grande quantité de main-d'œuvre sont surtout groupées à Sollingen.

Favorisées par ces heureuses circonstances et par l'excellente qualité de leurs produits, les aciéries du Rhin jouent depuis longtemps, pour l'approvisionnement du nord-ouest de l'Europe, le même rôle que le groupe des Alpes centrales pour la région opposée. Je rappelle ici que, pendant la première moitié du dernier siècle, et avant le développement des fonderies d'acier du Yorkshire, les fabricants anglais complétaient leur approvisionnement dans les aciéries du Rhin, et en tiraient annuellement environ 1.500 quintaux métriques d'acier corroyé.

La production moyenne annuelle de l'acier brut dans le groupe du Stahlberg et dans les usines annexes des deux rives du Rhin, s'est élevée de 1838 à 1840, à 63.000 quintaux métriques.

Le groupe de la Thuringe produit environ 5.000 quintaux métriques d'acier naturel; et plusieurs forges peu importantes du Brandebourg, de Silésie, de Bavière, etc., produisent environ 3.000 quintaux métriques.

Abondamment pourvue d'acier naturel, l'Allemagne ne s'est guère appliquée à la fabrication de l'acier cémenté; on prépare annuellement en Silésie et en Westphalie un millier de quintaux de ce produit.

En résumé, les états faisant partie de l'association douanière allemande, produisent environ 71.000 quintaux métriques.

Industrie de l'acier en Belgique. La Belgique ne produit pas d'acier naturel : j'ai du moins constaté moi-même en 1835, à l'oc-

casion de recherches qui m'ont conduit à visiter toutes les forges de ce pays, qu'il n'y existait pas alors une seule usine ayant pour objet cette fabrication. Les aciéries de cémentation créées à l'époque où la Belgique faisait partie de la France, ne paraissent pas avoir prospéré depuis 1814; car la Belgique importe annuellement des quantités considérables d'aciers provenant à la fois du Yorkshire et des provinces rhénanes.

Traversée dans sa plus grande dimension par un riche bassin houiller que joignent avec la mer plusieurs lignes de canaux et de chemins de fer, la Belgique présente cependant des conditions éminemment favorables pour la fabrication des aciers cémentés. L'insuffisance du débouché est la seule cause qui empêche les provinces de Liége, de Charleroy et de Mons d'entrer avantageusement en concurrence avec le Yorkshire.

Il paraît que les pays riverains de la Méditerranée produisent fort peu d'acier, et tirent de la Styrie et de la Grande-Bretagne, les aciers bruts et ouvrés qu'ils consomment. On prépare annuellement en Guipuzcoa environ 1.000 q. m. d'acier de cémentation; la Catalogne, l'Aragon, les provinces basques, les Asturies et la Galice produisent occasionnellement, dans leurs forges à fer, 2.000 q.m. environ d'acier naturel. La péninsule italique, non compris la Lombardie, produit à peine 2.000 q. m. des deux sortes d'acier.

Industrie de l'acier en Espagne et en Italie.

La France produit à la fois, dans des conditions fort complexes, l'acier naturel et l'acier cémenté.

Industrie de l'acier en France.

Les forges à acier de l'Isère, alimentées par les minerais de fer spathique d'Allevard et de Saint-Georges-d'Heurtières, occupent, ainsi qu'on l'a

Production des forges à acier.

dit, le troisième rang en Europe. Leur production, limitée par le manque de combustible végétal, varie peu d'une année à l'autre, et s'est élevée en 1841 à 15.920 quintaux métriques.

Dans le nord-est du royaume, en Lorraine et en Alsace, près de la limite commune des départements de la Moselle et du Bas-Rhin, il existe plusieurs forges qui emploient pour matières premières les fontes à acier du Rhin, en y associant seulement une faible proportion de fontes et de ferrailles d'origine française. Ces forges, qui sont à vrai dire l'extrémité méridionale du groupe des aciéries du Rhin, ont produit, en 1841, 3.479 quintaux métriques d'acier naturel.

Indépendamment de ces usines qui produisent des aciers de bonne qualité, il en existe un assez grand nombre où l'on prépare, soit régulièrement, soit accidentellement, au moyen de fontes françaises, des aciers qui pour la plupart n'offrent qu'une qualité commune, sont principalement employés pour la fabrication des instruments d'agriculture, et pour ce motif sont souvent désignés sous le nom d'*aciers de terre*. Six départements ont concouru en 1841 à la production de ces sortes d'aciers, dans les proportions indiquées ci-après :

Nièvre.	7.690 q. m.
Vosges.	2.065
Saône (Haute).	1.200
Côte-d'Or.	856
Vienne (Haute).	412
Charente.	400
	12.623

Production des aciéries de cémentation.

Le principal groupe d'aciéries de cémentation, est situé au sud du royaume, dans la région des forges pyrénéennes : il emploie comme matière

première les fers produits par ces dernières, et une faible quantité de fers suédois et russes importés par Bordeaux. La houille qui sert à chauffer les fourneaux est tirée en partie du bassin houiller de la Loire, en partie du bassin de Carmeaux (Tarn).

Les quatre départements dans lesquels sont établies ces usines, ont concouru à la production de 1841 dans les proportions suivantes :

Tarn.	8.600 q. m.
Ariége.	7.199
Haute-Garonne.	4.020
Aude.	1.485
	21.304

Le deuxième groupe d'aciéries de cémentation est établi sur le bassin houiller de la Loire qui lui fournit le combustible à bas prix. Les fers importés pour la plupart de Suède et de Russie, par le port de Marseille, parviennent aux usines par la voie du Rhône et du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon. Ces aciéries emploient aussi une assez grande quantité de fer des forges pyrénéennes. Le groupe de la Loire a produit en 1841 9.155 quintaux métriques d'acier brut.

Plusieurs usines assez importantes, qu'on pourrait nommer aciéries urbaines, ne sont point placées, comme les précédentes, à proximité de la matière première ou du combustible; on les a surtout établies en vue de profiter du débouché immédiat que leur offrent quelques grandes villes : telles sont les usines créées à proximité de Paris, de Tours, d'Orléans, de Lyon. Les usines placées dans ces conditions ont produit en 1841, 3.582 quintaux métriques.

Enfin, quelques aciéries peu importantes sont annexées à diverses forges qui y trouvent un dé-

bouché pour une partie de leurs produits ; ces usines, situées dans les départements des Vosges et de la Côte-d'Or ont produit en 1841, 2.797 quintaux métriques d'acier brut.

En résumé les aciéries françaises ont produit en 1841 ;

		q.m.	q.m.
1° Acier naturel.	Groupe de l'Isère.	15.920	32 022
	— de Lorraine et d'Alsace.	3.479	
	Aciéries diverses.	12.623	
2° Acier de cémentation.	Groupe des Pyrénées.	21.304	36.838
	— de la Loire.	9.155	
	Aciéries urbaines. . . .	3.582	
	— diverses.	2.797	
	Total.		68.860

Production de l'acier de 1831 à 1841.

L'industrie de l'acier est loin d'avoir suivi le progrès des autres branches de l'industrie du fer : la production de ces dernières a doublé depuis dix ans ; tandis que dans le même intervalle, la production des aciéries s'est accrue seulement dans la proportion qu'indique le tableau suivant :

Production de l'acier en France de 1831 *à* 1841.

Années.	Acier de cémentation.	Acier naturel.	Total.
	q. m.	q. m.	q. m.
1831	24.122	29.673	53.795
1832	23.184	27.443	50.627
1833	29.642	32.557	62.199
1834	30.163	33.676	63.839
1835	33.078	29.494	62.572
1836	21.617	27.648	49.265
1837	28 575	31.958	60.533
1838	30.215	34.840	65.055
1839	30.985	35.089	66.074
1840	38.589	35.459	74.048
1841	36.838	32.022	68.860

A l'appui des considérations présentées dans le § II de ce mémoire, touchant l'heureuse influence qu'exerce la fabrication de l'acier fondu sur les aciéries de cémentation, il convient de remarquer que le progrès qui se manifeste depuis dix ans dans la production de ces dernières est dû presque exclusivement au développement qu'ont reçu les fonderies d'acier. Celles-ci ont en effet produit depuis 1831 les quantités suivantes d'acier fondu :

	q. m.		q. m.
1831. . .	1.580	1837. . .	4.704
1832. . .	1.689	1838. . .	6.423
1833. . .	3.249	1839. . .	6.064
1834. . .	2.659	1840. . .	8.578
1835. . .	3.233	1841. . .	9.628
1836. . .	3.932	»	»

Cette production est loin de suffire à la consommation intérieure, surtout en ce qui concerne les qualités supérieures, et la France importe chaque année des quantités considérables d'aciers en barres et ouvrés.

Importations et exportations de l'acier.

Les aciers corroyés ou fondus, en barres, entrent environ pour moitié dans le poids total des aciers importés : l'autre moitié se compose d'aciers ouvrés sous forme de faux et faucilles, de limes et rapes, d'outils d'acier pur, de scies, de fils et tôles. Ces importations se sont accrues d'une manière rapide de 1831 à 1836 ; puis elles ont régulièrement diminué, tout en restant néanmoins supérieures de beaucoup à ce qu'elles étaient il y a dix ans. Les variations de l'importation annuelle depuis 1831 jusqu'à 1841 sont indiquées dans le tableau suivant :

Importation des aciers en France de 1831 à 1841.

ANNÉES.	ACIERS EN BARRES		ACIERS OUVRÉS.					TOTAL.
	corroyés.	fondus raffinés.	Faux et faucilles.	Limes et râpes.	Outils d'acier pur.	Scies.	Fils et tôle.	
	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.
1831	5.280	300	2.480	1.600	200	180	100	10.140
1832	5.980	530	2.850	2.570	290	180	270	12.650
1833	6.950	710	2.760	2.980	350	210	320	14.280
1834	7.480	840	2.970	3.800	380	290	430	16.190
1835	7.570	700	2.850	4.050	400	240	330	16.140
1836	9.400	1.180	3.090	4.330	440	210	510	19.160
1837	8.490	860	3.460	4.570	390	210	190	18.170
1838	8.820	960	3.640	3.860	490	170	270	17.610
1839	7.950	1.080	3.050	3.710	350	180	220	16.540
1840	7.870	970	2.960	3.190	370	140	180	15.680
1841	7.550	950	2.510	3.130	380	120	400	15.040

Les quatre cinquièmes environ des aciers corroyés sont fournis par les forges du Rhin : l'autre cinquième provient du Yorkshire. Les aciers fondus raffinés proviennent exclusivement du Yorkshire. Les faux et faucilles proviennent surtout du groupe des Alpes centrales; les groupes du Rhin et même ceux du Yorkshire en importent aussi une faible quantité.

Les limes et râpes proviennent, pour trois quarts des usines allemandes, pour un quart des usines anglaises. Enfin les scies et les autres outils d'acier pur ont encore la même origine : seulement les usines anglaises fournissent à peu près le tiers de l'importation totale.

Les objets d'acier réputés de fabrique anglaise ou allemande se consomment en France en quantité plus grande que ne l'indiquent les chiffres consignés

sur le tableau précédent. Cette circonstance tient à ce que certains fabricants français, lorsqu'ils sont parvenus à produire une qualité d'acier fournie jusqu'alors par les pays étrangers, s'empressent de placer ces produits sous la garantie d'une marque anglaise ou allemande, dans le but de les faire accepter plus promptement par les acheteurs. Il est à regretter que nos lois et nos usages tolèrent une pratique aussi contraire à la bonne foi, et qu'à cet égard, nos usines suivent aujourd'hui l'exemple que donnèrent, pendant le siècle dernier, les aciéries anglaises lors de leur lutte avec les aciéries allemandes.

Avec toutes les personnes qui apprécient la grandeur du rôle que l'industrie est appelée à jouer chez les nations civilisées, j'appelle de tous mes vœux l'époque où le droit des gens proscrira l'emploi de pareils moyens. L'imitation des marques étrangères est un déplorable correctif à la tendance qui porte encore beaucoup de fabricants à fonder un monopole sur le secret des procédés de fabrication. L'industrie ne sera à la hauteur de sa mission que lorsque, avec l'aide des gouvernements, elle sera organisée sur deux principes également importants : la libérale propagation des méthodes de travail, le respect des marques qui servent à garantir l'origine et la qualité de chaque produit.

Les exportations d'aciers n'ont aucune importance commerciale : elles n'ont augmenté de 1831 à 1841 que de 740 à 950 quintaux métriques : ces produits composés principalement d'instruments nécessaires à l'agriculture et aux arts de construction, sont expédiés aux colonies françaises, dont la métropole a l'approvisionnement exclusif.

Consommation de l'acier.

En négligeant toutes les évaluations inférieures à 1.000 kilogrammes, et en ne tenant pas compte des exportations qui ne sont en quelque sorte qu'une extension du commerce intérieur, on trouve que la consommation des aciers a varié en France pendant les onze dernières années, ainsi que l'indique le tableau ci-après :

Consommation des aciers en France, de 1831 *à* 1841.

Années.	Production.	Importation.	Consommation.
	q. m.	q. m.	q. m.
1831	53.800	10.140	63.940
1832	50.630	12.650	63.280
1833	62.200	14.280	76.480
1834	63.840	16.190	80.030
1835	62.570	16.140	78.710
1836	49.270	19.160	68.430
1837	60.530	18.170	78.700
1838	65.060	17.610	82.670
1839	66.070	16.540	82.610
1840	74.050	15.680	89.730
1841	68.860	15.040	83.900

Ces rapprochements permettent d'affirmer que la France est, de toutes les puissances continentales de l'Europe, celle qui consomme la plus grande quantité d'acier ; on en peut conclure aussi, que les usines françaises ayant déjà acquis l'expérience de tous les genres de fabrication, et disposant de débouchés considérables, peuvent en toute sécurité prétendre à accroître leur production : j'indiquerai plus loin les mesures qui me paraissent propres à amener ce résultat.

Ainsi que je l'ai déjà indiqué dans l'introduction de ce mémoire, l'Angleterre est maintenant la contrée d'Europe qui produit la plus grande quantité d'aciers bruts et ouvrés. Les seules usines du Yorkshire ont produit, en 1837, 180.000 q. m. d'acier brut de cémentation; toutefois cette production avait dépassé la limite que comportent les débouchés acquis au commerce anglais, et pendant les années suivantes beaucoup d'usines, imprudemment construites ont dû subir de fréquents chômages; la production n'a pu se maintenir qu'entre 150.000 et 160.000 q. m. Elle a même dû tomber à 138.000 q. m. en 1842, si, pendant les derniers mois de cette année, l'état du commerce est resté tel qu'il avait été jusqu'au mois d'août. En résumé je pense que la production moyenne du Yorkshire pendant les sept dernières années peut être évaluée à 165.000 q.m. Industrie de l'acier en Grande-Bretagne.

Plusieurs aciéries sont établies près de Londres et sur les bassins houillers du Staffordshire méridional, du Sommersetshire et du Lancashire; elles livrent environ chaque année 40.000 q. m. d'acier brut de cémentation. La production moyenne annuelle de l'Angleterre peut donc être évaluée très-approximativement à 205.000 q. m.

Pendant cette même période, la Suède, la Norwége, la Russie et les forges indigènes, ont concouru approximativement, dans les proportions indiquées ci-après, à fournir les matières premières de cette fabrication :

Suède.	128.000 q. m.
Norwége.	5.000
Russie.	45.000
Angleterre. . . .	27.000
	205.000

Les fers employés coûtent moyennement 45 fr. les 100 kilog.; en sorte que la valeur totale de la matière première peut être évaluée approximativement à 8.800.000 fr.

Les aciers bruts et ouvrés préparés avec ces fers sont exportés dans toutes les contrées du monde où l'Angleterre entretient des relations commerciales. Les principaux pays de destination, rangés suivant l'ordre des valeurs exportées, sont pour les aciers bruts : les États-Unis, la France, le Hanovre et les villes anséatiques, la Belgique, la Hollande, le Canada, les Indes orientales, la Russie, l'Australie, etc. Pour les aciers ouvrés sous forme d'outils et de coutellerie, les États-Unis forment également de beaucoup le principal débouché de l'Angleterre; puis viennent le Canada, les Antilles anglaises, plusieurs États allemands, les Indes orientales, la France, l'Australie, le Brésil, les Antilles (non anglaises), l'Italie, la Hollande, la Russie, la Belgique, le Cap de Bonne-Espérance, Gibraltar, le Pérou, le Chili, le Portugal et les Açores, Rio de la Plata, la côte occidentale d'Afrique, l'Espagne et les Canaries, le Mexique, etc.

La valeur totale de ces exportations a dépassé, en 1836, 60 millions de francs : depuis 5 ans, elle s'est moyennement élevée à 46 millions, savoir :

Outils et coutellerie, contenant au plus les 3/10 de leur poids, soit 51.000 q. m. d'acier, et ayant une valeur officielle de,	42.400.000 fr.
Acier en barres, 31.000 q. m. dont la valeur peut être estimée approximativement à.	3.600.000
Total.	46.000.000

Cette exportation d'aciers représente à peine la moitié des fers employés par les aciéries, en sorte que le travail de ces usines et des fabriques annexées décuple au moins la valeur de la matière première.

Ces rapprochements indiquent suffisamment que les fers du nord de l'Europe, sont à l'industrie métallurgique de l'Angleterre, ce que les cotons de l'Amérique du Nord sont à son industrie des tissus; il font apprécier toute l'importance de l'édifice commercial que l'Angleterre élève depuis deux siècles, à force d'habileté et de persévérance, sur un produit étranger à son sol.

Supériorité industrielle du Yorkshire sur les pays producteurs de la matière première.

Il semble singulier, au premier aperçu, que la Suède, qui produit la matière première, ne se soit pas encore réservé le monopole d'une élaboration qui est pour l'Angleterre la source de si grands avantages. Cette réflexion, présentée dès le milieu du dernier siècle par un célèbre métallurgiste (1), a souvent été reproduite après lui. Mais en allant au fond des choses, on s'aperçoit bientôt que l'industrie du Yorkshire a de solides raisons d'existence, et qu'il ne dépendrait nullement de la Suède de la déplacer à son profit.

En premier lieu, les forges où se fabriquent les meilleurs fers à acier, ont, pour la plupart, poussé leur production annuelle jusqu'à la limite que comportent les produits des forêts voisines : on n'y pourrait donc trouver les ressources en combustible qu'exigerait la fabrication des aciers bruts et ouvrés.

Les recherches que j'ai faites en Yorkshire m'ont

(1) Jars, *Voyages métallurgiques*, tome I, p. 156.

démontré que la consommation directe de houille qu'entraînent la fabrication et toutes les élaborations de l'acier, s'élève environ à 8 parties pour chaque partie de fer soumise à la cémentation et que cette proportion s'élève à 20 parties si l'on fait entrer en ligne de compte la consommation domestique de la population ouvrière, et celle de toutes les industries accessoires qui pourvoient aux besoins des usines et de cette population. La fabrication et l'élaboration des 165.000 q. m. d'acier brut que prépare le Yorkshire, consommerait donc en Suède environ 2.200.000 stères de bois. Cet approvisionnement de combustible ne pouvant être réuni à bas prix sur un même point (1), il faudrait forcément disséminer les aciéries partout où le bois n'ayant pas d'autre emploi, serait abondant et à bas prix, c'est-à-dire qu'il faudrait se placer loin de la population, des voies de communication et des débouchés, et se priver par conséquent de tous les avantages que donne aux aciéries du Yorkshire la concentration de plusieurs milliers d'usines dont les travaux sont liés par la solidarité la plus intime.

En second lieu, lors même qu'on parviendrait à lever toutes les difficultés techniques et économiques qui s'opposent à ce que l'industrie du Yorkshire soit transportée près des forges qui fournissent la matière première, il resterait à vaincre un obstacle encore plus grand, le manque de débouchés. Il est facile de prévoir que la Grande-

(1) Paris, l'un des points de l'Europe où l'approvisionnement annuel en bois de chauffage est le plus considérable, et qui est pourvu à cet effet d'une admirable système de voies de transports, n'en reçoit annuellement que 1.200.000 stères.

Bretagne dont toutes les institutions tendent depuis plusieurs siècles à développer le travail des manufactures, et qui consomme au moins les trois quarts des aciers fabriqués avec les fers du nord de l'Europe, ne livrerait pas ce vaste marché aux aciéries suédoises. Celles-ci se trouvaient même placées moins avantageusement que ne le sont maintenant les aciéries du Yorkshire, pour approvisionner les marchés neutres, puisque déjà les forges de Suède sont obligées de recourir aux entrepôts de Grande-Bretagne pour placer une partie de leur sortes communes de fers et d'aciers bruts.

Il existe sans doute plusieurs localités en Europe où les aciéries de cémentation seraient mieux placées qu'en Suède pour lutter contre les aciéries anglaises; mais aucune d'elles ne possède au même degré que le Yorkshire, les éléments de prospérité qui ont été signalés dans ce mémoire. En résumé, la prééminence du groupe d'aciéries de cémentation du Yorkshire fondée en partie sur un admirable ensemble de conditions naturelles, restera inattaquable tant que la Grande-Bretagne conservera sa suprématie commerciale et ses vastes débouchés.

Pendant longtemps encore la production du Yorkshire, de même au reste que celle de tous les districts manufacturiers de la Grande-Bretagne, ne sera limitée que par l'état des débouchés. Le moindre accroissement temporaire des ventes y détermine immédiatement l'établissement de nouvelles usines, et par suite des crises commerciales semblables à celle qui sévit depuis plusieurs années. On conçoit donc très-bien que la Grande-Bretagne se montre constamment préoccupée

d'étendre par des traités de commerce l'étendue de ses marchés.

Ainsi, j'ai constaté en août 1842, qu'il existait dans le Yorkshire 60 entreprises distinctes ayant pour objet la fabrication des aciers bruts et comprenant 97 fourneaux de cémentation et 774 fourneaux de fusion. Ce matériel permettrait de produire au besoin 330.000 q. m. d'acier brut et 155.000 q. m. d'acier fondu. Le rapport de la production réellement obtenue à cette production maximum a été,

Pour l'acier brut de cémentation. 0,50
— fondu. 0,55

Résumé sur la production de l'acier en Europe.

J'ai réuni dans le tableau suivant les principaux faits rélatifs à la production de l'acier en Europe, en y rangeant les divers pays suivant l'ordre des quantités de produits bruts qu'ils livrent au commerce.

Production de l'acier en Europe.

Pays producteurs:	Produit en acier brut		Produit total.
	naturel.	de cémentation.	
	q. m.	q. m.	q. m.
Grande-Bretagne.	»	205.000	205.000
Monarchie autrichienne. . .	128.000	»	128.000
Association allemande. . . .	71.000	1.000	72.000
France.	33.700	37.700	71.400
Russie.	5.300	26.800	32.100
Suède et Norwége.	20.000	9.000	29.000
Espagne.	2.000	1.000	3.000
Péninsule italique.	1.000	1.000	2.000
Total.	261.000	281.500	542.500

Les aciéries françaises doivent le rang distingué qu'elles occupent en Europe, à l'étendue du marché dont elles disposent et à la protection qui leur est accordée par les tarifs de douane, beaucoup plus qu'à la perfection de leurs produits. Chaque année, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, on importe dans le royaume 15.000 q. m. d'aciers bruts ou ouvrés que les consommateurs recherchent de préférence aux produits indigènes.

Supériorité des aciers étrangers sur les aciers français.

Les chiffres suivants qui indiquent les prix de vente, à Paris, des aciers de diverses origines donnent la mesure de la préférence accordée aux aciers étrangers; ils mettent aussi en évidence la supériorité qu'ont les aciers cémentés fabriqués en France avec les marques ordinaires de Russie et de Suède, sur les sortes analogues fabriquées avec le fer des pyrénées. Ces prix se rapportent aux 100 kil. d'aciers en barres de 2 cent. carrés de section et au-dessus.

ACIERS ÉTRANGERS.

Aciers cémentés du Yorkshire.

	fr.	
Fondu raffiné, 1re qualité, dit *silversteel*..	340	(fers de Suède et de Russie).
id. *id.* dit *huntsmann*.	300	
id. 2e qualité.	270	
2 fois corroyé, dit *double éperon*. . . .	250	
1 fois corroyé, dit *simple éperon*. . . .	200	
laminé pour ressorts.	160	

Aciers naturels des Alpes centrales.

	fr.	
2 fois corroyé, dit 3 *double-marteau*. .	220	(minerais d'Eisenertz et de Huttenberg).

Aciers naturels du Rhin.

	fr.	
2 fois corroyé, dit *double-marteau*. . .	220	(Minerais du Stahlberg et de Bendorf).
1 fois corroyé, dit *sept étoiles*.	195	
Étiré, dit *feuille de chêne*.	170	

ACIERS FRANÇAIS.

Aciers cémentés des Pyrénées.

	fr.	
Fondu raffiné.	200	(Fer des Pyrénées).
3 fois corroyé.	160	
2 fois corroyé.	145	
1 fois corroyé.	130	

Aciers cémentés de la Loire.

	fr.	
Fondu raffiné, 1re qualité.	260	(Fers de Russie et de Suède.)
id. 2e qualité.	210	
2 fois corroyé.	210	
1 fois corroyé.	170	
Laminé pour ressorts.	130	

Aciers naturels de l'Isère.

	fr.	
Étiré, pour ressorts.	105	Minerais d'Allevard et de St.-George-d'Hourtières.

Cette supériorité n'est pas dans la nature des choses.

Cependant il est évident à priori que les usines françaises, si elles employaient les moyens convenables, pourraient subvenir à tous les besoins du marché intérieur : l'exemple de la Grande-Bretagne prouve en effet que les produits des aciéries de cémentation secondées par les ateliers de fusion peuvent suffire à toutes les convenances de la consommation la plus étendue et la plus

variée : or la nature de ces produits dépendant surtout des matières premières mises en œuvre, il est clair que nos aciéries se placeront sous ce rapport au même niveau que celles du Yorkshire, si, comme ces dernières, elles s'appliquent dorénavant à élaborer les meilleures marques de Suède, de Norwége et de Russie. Pourvue d'un approvisionnement convenable en fers du Nord, l'industrie française se trouverait même placée, sous le rapport des matières premières, dans de meilleures conditions que celles de la Grande-Bretagne, puisqu'elle dispose en outre des aciers naturels indigènes et des fers pyrénéens qui conviennent bien à la fabrication de certains objets de qualité commune.

Malheureusement deux obstacles se sont opposés jusqu'à ce jour à ce que nos aciéries se soient assuré un approvisionnement convenable en fers du Nord.

Monopole établi par les négociants anglais.

En premier lieu, les négociants anglais, qui savent depuis longtemps que la supériorité dans la production des aciers de cémentation doit appartenir à ceux qui disposent des meilleures matières premières, ont pris soin de s'attribuer par des marchés à longs termes, la réception exclusive des premières marques de Suède. Jusqu'à ce jour, au contraire, les fabricants français, mal informés sur un point aussi essentiel, n'ont rien fait pour prendre dans l'achat de ces hautes qualités de fer une part proportionnée à l'importance de leur fabrication; par suite de cette négligence, ils ne peuvent aujourd'hui se procurer en Suède que des fers classés sur le marché de Sheffield comme marques de 3e et de 4e rang.

C'est également faute d'avoir envisagé cette

Tarif vicieux appliqué à l'importation des fers à acier.

question sous son véritable jour, que le gouvernement français a conservé jusqu'à présent un tarif de douanes qui élève considérablement pour les fabricants d'acier de cémentation, le prix de revient des fers du Nord, et qui contribue ainsi, plus efficacement que les traditions établies, et l'habilité commerciale des Anglais, à assurer aux aciéries du Yorkshire le monopole des produits d'élite. En maintenant un tarif tellement contraire aux intérêts de l'industrie indigène, et aux principes mêmes qui ont présidé à l'établissement de nos douanes, on a sans doute pensé que les forges françaises pouvaient fournir toutes les sortes de fer qu'exige le développement des aciéries, et que les forges étrangères n'avaient sur elles d'autre supériorité qu'un moindre prix de revient. Il importe de prouver que cette opinion est erronée, parce que j'aurai prouvé en même temps la convenance d'affranchir nos aciéries du plus grand obstacle qui pèse sur elles, et de faire rentrer le tarif des fers à acier dans les principes généraux de notre législation commerciale.

Sans entrer ici dans des considérations techniques qui exigeraient de grands développements, je me bornerai à citer plusieurs faits qui mettent dans tout son jour la vérité que je veux établir.

Supériorité des fers étrangers sur les fers indigènes.

Les fers au charbon de bois produits par les forges françaises, ne conviennent point pour la plupart au travail des aciéries; et parmi ceux qui peuvent recevoir cette destination, les fers produits à l'est du groupe de forges des Pyrénées (1)

(1) Voir, pour la définition de ce groupe de forges, les tomes V à X du résumé des travaux statistiques de l'administration des mines.

occupent sans contredit le premier rang. Si les aciéries françaises étaient restreintes pour leur approvisionnement aux ressources que fournit le territoire, la qualité des fers pyrénéens mesurerait sans aucun doute le degré de perfection que les aciers de cémentation pourraient atteindre; en sorte que pour juger de la valeur de ces ressources, il suffit de déterminer le rang qu'occuperait le fer des Pyrénées parmi les fers à acier du nord de l'Europe.

Or, ainsi que je l'ai indiqué dans le premier paragraphe de ce Mémoire, la valeur de tous les fers à acier a été constatée en Yorkshire jusque dans les nuances les plus légères, par des expériences poursuivies sans discontinuité depuis deux siècles, dans une multitude d'usines placées dans des conditions absolument identiques, concentrées dans le même lieu, et stimulées sans cesse par l'aiguillon de la concurrence la plus active; les résultats déduits d'une telle expérience sont absolument indépendants de toute conception théorique sur le travail de l'acier, et peuvent être cités comme une des données les plus concluantes qu'on puisse emprunter à l'industrie.

Il a été ainsi établi que les meilleurs fers au charbon de bois de la Suède, ceux qui, en raison de leur excellente qualité, peuvent être exportés au dehors, se montrent, comme matières premières des aciéries, de qualités fort inégales; sous ce rapport, on les distingue ordinairement en cinq classes, auxquelles correspondent des prix très-différents.

La classe inférieure n'est employée qu'accidentellement à la fabrication de l'acier; elle est peu convenable pour cet usage, bien qu'elle soit

fort recherchée dans toutes les parties du monde, pour la consommation ordinaire.

Les prix de ces nombreuses sortes de fer varient dans les entrepôts angtais de 11^{l} 5^{sh} à 13^{l} 10^{sh} la tonne ; ou, par 100 kilogr., de $29^{fr},25$ à $33^{fr},49$.

Les nombreuses marques de la quatrième classe valent de 14^{l} à 16^{l} la tonne, ou par 100 kilogr. de $34^{fr},73$ à $39^{fr},70$.

Les marques de la troisième classe valent de 16^{l} 10^{sh} à 18^{l} 10^{sh} la tonne, ou par 100 kilogr. de $40^{fr},94$ à $45^{fr},90$.

Les marques de la deuxième classe, déjà moins nombreuses, et que produisent seulement 11 à 12 forges, valent de 20^{l} à 27^{l} la tonne ; ou par 100 kilogr., de $49^{fr},62$ à $66^{fr},89$.

Enfin, les cinq forges qui produisent les fers réputés de première classe présentent encore des nuances de qualité tellement tranchées, que les prix varient de 29^{l} à 34^{l} par tonne, ou, par 100 kilogr., de $71^{fr},95$ à $84^{fr},36$.

D'un autre côté, plusieurs des marques si bien classées sur les marchés anglais sont employées en grande quantité par les aciéries françaises, concurremment avec les fers des Pyrénées : cette circonstance permet donc de mesurer la valeur relative de ces derniers, au moyen de l'échelle si rigoureusement établie dans le Yorkshire.

L'une des principales aciéries de cémentation du groupe des Pyrénées, qui, en 1840, tirait des forges voisines la plus grande partie de son approvisionnement de fer, employait cependant concurremment une forte proportion de fers russes et suédois, aux prix indiqués ci-après :

	fr.
Fer de Nijni-Tagailsk. . .	61,00
— de Soderforss.	57,50
— d'Hedwigsforss.	56,00
— de Dadran.	53,60
— d'Awesta.	50,00
— des Pyrénées.	46,00

Depuis 1840, les prix des fers pyrénéens ayant éprouvé une hausse assez considérable, plusieurs aciéries qui les employaient concurremment avec les fers du Nord ont trouvé avantage à employer une proportion de ces dernières sortes, beaucoup plus considérable que par le passé. Aux prix indiqués ci-après, l'une des aciéries du groupe de la Loire n'emploie le fer des Pyrénées que pour des destinations assez restreintes :

		fr.
Fer de Nijni-Taguilsk,	les 100 kil.	66,50
— de Soderforss,	*id.*	64,00
— de Dadran,	*id.* . . .	60,00
— Thurbo et Wikmanshyttan,	*id.* . . .	58,70
— de Swana,	*id.* . . .	56,50
— des Pyrénées,	*id.* . . .	56,00

En rapprochant ces résultats de ceux qui sont consignés dans le § Ier, sur le tableau général des fers à acier, on reconnaîtra que, dans la fabrication française, les fers pyrénéens se trouvent décidément classés au-dessous des marques suédoises de quatrième classe. En maintenant une législation qui repousse l'emploi des fers du Nord, on condamnerait donc à une éternelle infériorité non-seulement les aciéries qui produisent la matière brute, mais encore, ce qui est plus grave, les nombreux ateliers qui élaborent cette matière sous tant de formes, et qui en décuplent ainsi la valeur.

Mesures prises par l'Angleterre pour favoriser l'importation des fers à acier.

Le gouvernement anglais, qui apprécie depuis longtemps l'intérêt qu'ont les fabriques indigènes à exploiter à leur profit les précieuses propriétés des fers du Nord, n'a modifié ses tarifs que pour en rendre l'importation plus facile. C'est ainsi qu'en juillet 1842, lors de la dernière révision du tarif, à une époque où ce gouvernement se montrait surtout préoccupé d'augmenter ses ressources financières, le droit sur les fers du Nord a encore été réduit de 33 pour 100. Le tarif actuel, y compris le droit additionnel et temporaire de 5 pour 100 établi depuis le mois de juin 1840 sur toutes les importations, n'est que de 21 shillings par tonne, ou de 2fr,60 par 100 kilogr. Le droit principal a été successivement réduit depuis 20 ans dans les proportions indiquées ci-après :

	Par tonne anglaise.	Par 100 kilogr.
Jusqu'au 14 juin 1825.	6l 10	16f,13
Du 14 juin 1825 au 4 juillet 1842.	1 10	3 ,72
Depuis le 4 juillet 1842.	1 00	2 ,48

Mesures inverses prises par la France.

Le tarif, applicable aux mêmes fers, a suivi en France une progression inverse : le droit d'entrée, au commencement de 1814, était (y compris le décime additionnel) de 4fr,40 par 100 kilogr.; mais depuis le 21 décembre 1814, il a été porté à 16fr,50 sur les fers importés par navires français, et à 18fr,15 sur les fers importés par navires étrangers. Or, comme le fret par navires français est toujours plus élevé que par navires étrangers, les fabricants français trouvent toujours avantage à introduire, au moyen de ces derniers, les fers au droit de 18fr,15.

Cette différence dans les deux tarifs a pour résultat de grever la matière première, pour les fa-

bricants français, d'une surtaxe de 15fr,67. Le prix moyen des marques suédoises que l'on importe en France étant à Sheffield de 40 fr. environ, cette surtaxe équivaut à un renchérissement de 39 pour 100 sur les prix que payent les fabricants du Yorkshire. Telle est la principale cause des différences de 16 à 20 fr. qu'indiquent les chiffres rapportés précédemment entre les prix de revient des mêmes marques suédoises et russes, d'une part, en Yorkshire, de l'autre, dans les groupes d'aciéries des Pyrénées et de la Loire.

Cette inégalité dans les conditions d'achat de la matière première, s'accroît encore par les déchets qui ont lieu dans les diverses élaborations de l'acier brut, ainsi que l'indiquent les chiffres rapportés ci-après :

		fr.
Pour 100 kilogr. de fer.		15,67
—	d'acier brut de cémentation.	15,53
—	*id.* laminé.	15,98
—	d'acier simplement étiré.	16,45
—	d'acier une fois corroyé.	17,46
—	*id.* deux fois corroyé.	18,44
—	*id.* trois fois corroyé.	19,58

Au reste, les fabricants d'acier de cémentation commencent à apprécier les qualités des fers du Nord; et déjà ces fers entrent pour un tiers environ dans la consommation des aciéries françaises. Les fers soumis à la cémentation, pendant l'année 1841, avaient en effet les origines indiquées ci-après :

Fers des Pyrénées.	21.000 q. m.
— indigènes de diverses origines.	4.500
— de Suède et de Russie.	11.000
	36.500

Convenance de supprimer le droit d'entrée sur les fers à acier.

Les considérations exposées précédemment me paraissent de nature à démontrer que le meilleur moyen d'améliorer la situation technique et économique des aciéries françaises consisterait à favoriser, par une disposition particulière, l'importation des fers du Nord spécialement destinés à la fabrication de l'acier. Cette modification au tarif actuel pourrait être faite sans que le commerce général des fers en fût aucunement affecté : il suffirait d'appliquer aux aciéries de cémentation des dispositions analogues à celles qui sont en vigueur pour les fabriques de soude. La surveillance qui, dans ce système, devrait être exercée par l'administration serait d'autant plus facile que le travail de la cémentation, au lieu d'être continu comme celui des fabriques de soude, est essentiellement intermittent.

Il serait d'autant plus opportun de réviser cet article du tarif français que plusieurs marchés contractés depuis le dernier siècle par les négociants anglais pour la réception exclusive des premières marques de Suède doivent expirer très-prochainement.

Pour faire comprendre combien la mesure que je recommande affecterait peu le commerce général des fers en France, il suffit de présenter les rapprochements ci-après.

En supposant que les fers suédois se substituassent complétement aux fers indigènes dans la fabrication de l'acier, et que l'on importât dorénavant sous forme de fer l'équivalent de tous les aciers bruts et ouvrés que la France tire aujourd'hui des pays étrangers, la quantité totale de fer étranger qu'élaboreraient les aciéries françaises s'élèverait à environ 51.500 q. m.; l'accroissement

de l'importation serait donc de 40.500 q. m.

Or, la production du fer en barres dans les forges françaises s'est élevée en 1841 à 2.637.470 q. m., et l'accroissement annuel moyen de cette production, depuis 11 ans, à 122.000 q. m.; dans l'hypothèse extrême admise ci-dessus, l'accroissement des importations représenterait donc à peine $\frac{1}{65}$ de la production indigène; le débouché enlevé aux forges françaises ne formerait que $\frac{1}{100}$ de cette production, ou $\frac{1}{5}$ de l'accroissement annuel moyen les 11 dernières années.

Avenir de la fabrication de l'acier en France.

Si la modification du tarif et les démarches persévérantes des négociants français et des agents consulaires mettaient fin au monopole qui, jusqu'à ce jour, a existé pour l'exportation des hautes marques de fer de la Suède, la France serait, sans contredit, sur l'Europe continentale, le pays le mieux placé pour entrer dans la voie qui a fait la prospérité du Yorkshire. Dans le cas même où les traditions établies, l'expérience acquise par les fabricants anglais, et les marchés à longs termes qui subsistent encore pour plusieurs marques de fer, ne permettraient pas aux fabricants français de lutter contre ceux du Yorkshire sur les marchés neutres, il n'est pas douteux que ces aciéries se trouveraient bientôt en mesure de suffire à tous les besoins de la consommation intérieure, de fournir toutes les qualités d'acier que réclament les fabriques du royaume, et de faire ainsi sortir ces dernières de l'état d'infériorité où elles languissent depuis longtemps.

Les motifs suivants me portent à penser que le principal groupe d'aciéries de cémentation est appelé à se développer en France plutôt que dans toute autre partie du continent.

La France est le principal centre de la consommation de l'acier, et, sous ce rapport, elle l'emporte de beaucoup sur la Belgique, qui, avec des conditions techniques et économiques aussi favorables, n'aurait à sa disposition que des débouchés peu étendus.

Localités favorables au développement des aciéries.

Le bassin houiller de Valenciennes offre, pour la création d'aciéries de cémentation fondées sur l'emploi des fers de Suède et de Russie, des conditions comparables, à beaucoup d'égards, à celles du Yorkshire. Valenciennes, lié au port de Dunkerque par de bonnes voies navigables, n'est pas plus éloigné de la mer que Sheffield ne l'est du port de Hull. Les mines de Valenciennes et celles de Mons peuvent fournir en abondance de nombreuses variétés de houille, à des prix variables entre 0fr,80 et 1fr,36 les 100 kilogrammes. Le port de Dunkerque est un peu plus éloigné de la Baltique que ne l'est le port de Hull : mais cette circonstance n'expliquerait pas seule l'avantage que le port de Hull possède aujourd'hui, dans ses relations avec la Baltique, sur les ports français de la mer du Nord et de la Manche. Cet avantage est dû aussi à ce que les navires anglais et suédois, exploitant un commerce régulièrement établi depuis longtemps, sont assurés de trouver dans les entrepôts anglais des cargaisons de retour composées de denrées coloniales et de produits de l'Atlantique. Mais la France est fort bien placée pour exploiter ce commerce d'entrepôt, qui, avant 1789, fournissait à plusieurs ports un vaste aliment, et qui a déjà repris, depuis la paix, une certaine extension; on conçoit même qu'une large importation de fers suédois

dans les ports de la Manche contribuerait à la fois à étendre ce commerce et à abaisser le prix du fret. Au reste, dans l'état actuel des choses, la différence dans les frets ne grèverait que médiocrement la fabrication française : le taux moyen du fret, qui est de 1 fr,00 par 100 kilogrammes entre les ports de la Baltique et Hull, ne dépasserait jamais 1 fr,80 pour le port de Dunkerque.

Des usines annexes de ce groupe et alimentées par les mêmes combustibles pourront encore s'établir avec avantage à proximité des lieux de consommation, sur les voies navigables comprises entre Paris et le bassin de Valenciennes. C'est dans des conditions analogues qu'existent déjà d'importantes usines à fer dans les départements de l'Oise, de la Seine, de Seine-et-Oise.

Le groupe d'aciéries de cémentation de la Loire est obligé de tirer des entrepôts de Marseille les fers du Nord qu'il consomme déjà en quantités considérables; or l'excédant de fret que ces fers ont à payer pour être transportés jusque dans la Méditerranée s'élève au moins à 1 fr,50 par 100 k., bien que le mouvement des marchandises encombrantes ait lieu dans le sens opposé. De plus, les fabricants ont à payer depuis Marseille jusqu'à leurs usines des frais de transport qui s'élèvent à 5fr,50 par 100 kilogr.; en sorte que la somme totale des frais de transport depuis la Suède jusqu'aux aciéries de la Loire monte à peu près à 8fr,80 par 100 kilogr. Mais ce grave inconvénient est compensé en partie par le prix modéré du combustible, qui n'excède pas 0fr,72 sur l'ensemble des houillères, et par la proximité des nombreuses fabriques qui élaborent l'acier dans la France centrale (Loire, Puy-de-Dôme, etc.). Il est évi-

dent, en effet, que dans toutes combinaisons qu'il est possible d'imaginer, ces dernières fabriques doivent nécessairement payer des frais de transport considérables pour un produit dont la matière première est importée par voie de mer. Aujourd'hui même, ces frais sont à peu près aussi élevés pour les fers pyrénéens que pour ceux de la Baltique.

Mais les aciéries de la Loire semblent désavantageusement placées pour approvisionner le midi de la France et le littoral de la Méditerranée, puisque les matières premières et les produits font en pure perte un double trajet fort dispendieux. Aussi le bassin houiller d'Alais me paraît-il appelé à remplir pour le midi de la France le même rôle que jouera dans le nord le bassin de Valenciennes.

Le prix moyen des 100 kilogrammes de houille sur les houillères de ce bassin est seulement de $0^{fr},73$.

Le chemin de fer d'Alais au Rhône, sur lequel le mouvement des marchandises encombrantes a lieu à la descente, remonterait probablement à peu de frais les fers employés par les aciéries; en sorte que les frais de transport d'Arles aux aciéries n'excéderaient guère 1 fr. par 100 kilogr.

Il serait facile de faire venir à bas prix les meilleures marques de fers russes par une voie dont le commerce français n'a pas su encore se servir. Ces fers, qu'on transporterait à Taganrog sur la mer d'Azoff au moyen des belles voies navigables dont dispose la Russie méridionale, y pourraient être livrés au même prix qu'à Saint-Pétersbourg. Des navires de 250 tonneaux, construits avec un faible tirant d'eau, comme les navires grecs et

génois qui naviguent ordinairement dans la mer d'Azoff, pourraient faire aisément deux voyages pendant la saison où cette mer est ouverte, et apporter les fers à Arles au taux de 20 francs le tonneau, en retour des houilles d'Alais, des denrées coloniales, des vins et autres produits français qui donneraient toujours à ces navires un chargement assuré, et qui ne pénètrent aujourd'hui dans la mer d'Azoff qu'après avoir fait échelle à Odessa.

Le fret entre les ports de la Baltique et Bordeaux n'est pas plus élevé que le fret entre ces mêmes ports et celui de Hull; d'un autre côté, le prix moyen de la houille sur le riche bassin houiller d'Aubin (Aveyron) n'excède pas aujourd'hui 0fr,52 par 100 kilogrammes. Il existera donc encore dans cette partie de la France des conditions très-favorables à l'établissement des aciéries de cémentation, lorsqu'on aura créé dans la vallée du Lot, entre le bassin d'Aubin et la Gironde, une voie navigable régulière.

Résumé sur l'avenir des aciéries européennes.

Les faits et les considérations concernant l'avenir probable des aciéries européennes peuvent être résumés ainsi qu'il suit.

Les aciéries du Yorkshire, grâce au développement qui a été donné récemment à la fabrication de l'acier fondu, forment aujourd'hui le groupe le plus important de l'Europe, eu égard à la quantité, à la variété et à la valeur des produits. Bien que ce vaste mouvement industriel soit exclusivement fondé sur des matières premières fournies par le nord de l'Europe, il y a lieu de penser que la Grande-Bretagne conservera la suprématie qu'elle s'est acquise à la faveur des con-

ditions techniques et économiques si heureusement réunies en Yorkshire, et surtout des débouchés étendus dont elle dispose.

La Suède, qui produit surtout les matières premières qu'emploient les aciéries de cémentation, ne pourrait les élaborer sur son territoire, même à l'aide de mesures prohibitives, faute de débouchés et de ressources suffisantes en combustible.

La Russie, pourvue d'excellentes matières premières, peut, plus aisément que la Suède, concentrer en un même point, au moyen de ses belles voies navigables et flottables, de grandes ressources en combustible végétal; elle dispose sur son propre territoire et dans l'Asie centrale d'un marché fort étendu; enfin, elle possède déjà dans le bassin du Wolga des aciéries de cémentation qui, par l'importance de leurs produits, occupent déjà le troisième rang en Europe. A la vérité, ce groupe, autant asiatique qu'européen, ne paraît pas appelé à lutter sur les marchés neutres avec les usines du Yorkshire; il n'aura pas moins un bel avenir si les forêts qui lui fournissent le combustible sont dorénavant soumises à un système régulier de conservation.

Les états allemands, qui, depuis plusieurs siècles, produisent sur leur sol et exportent dans toutes les contrées de l'Europe des quantités considérables d'acier naturel, ne paraissent pas disposés à profiter des ressources qu'offriraient certaines parties du territoire pour développer la fabrication de l'acier de cémentation.

La Belgique offre, sous plusieurs rapports, pour la fabrication de l'acier, des conditions comparables à celles qui existent en Yorkshire; toutefois cette industrie ne paraît pas s'y être développée

depuis l'année 1814. La Belgique ne possède pas aujourd'hui un marché assez étendu pour entreprendre cette fabrication sur une grande échelle.

La France seule présente sur le continent les conditions nécessaires à l'établissement d'importantes aciéries de cémentation. Dès aujourd'hui, les aciéries fondées sur ce principe livrent plus de produits au commerce que les forges où l'on fabrique l'acier naturel; seules dans l'avenir, elles peuvent suivre les progrès d'une consommation qui déjà l'emporte sur celle de tous les autres pays continentaux.

Toutefois, cette industrie, gênée dans son essor par une législation vicieuse et par des combinaisons commerciales opposées au cours naturel des choses, ne s'est point encore établie sur le territoire, dans les conditions les plus convenables. La suppression de ces entraves permettrait à de nouvelles aciéries indigènes de s'élever à proximité de la mer du Nord, de l'Océan et de la Méditerranée, dans des conditions comparables à celles du Yorkshire, de subvenir bientôt à tous les besoins des marchés français, et peut-être de prendre part, dans un avenir peu éloigné, à l'approvisionnement des pays étrangers.

Résumé des améliorations à introduire dans la situation économique des aciéries françaises.

A l'appui de ces dernières conclusions, j'ai réuni, dans le tableau suivant, tous les renseignements qui permettent de comparer la situation économique des deux principaux groupes d'aciéries de cémentation qui existent aujourd'hui en France, avec celle des aciéries du Yorkshire. Le même tableau donne aussi la mesure des perfectionnements qu'une meilleure législation introduirait infailliblement dans la situation économique des aciéries françaises.

Prix de revient, dans diverses condi

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS du prix de fabrication DE 100 KILOG. D'ACIER FONDU RAFFINÉ.	Consommations en matières ou en journées de travail.	VALEUR … dans le groupe du Yorkshire — Prix de 100 kilog. de matières premières ou de la journée de travail.	[illegible]
Fers suédois ou russes. La quantité consommée, suivant les détails consignés dans ce mémoire, s'élève à	kil. 112	fr. »	fr. »
Les fers équivalents en qualité aux fers pyrénéens, valent au plus dans les ports de la Baltique et de la mer d'Azoff.	»	30,00	[illegible]
Depuis le port étranger jusqu'à l'aciérie de cémentation, ces fers donnent lieu en outre aux frais suivants :			
Droit du Sund (en 1842).	»	0,31	[illegible]
Transport par mer.	»	1,00	[illegible]
— du port de mer à l'aciérie.	»	1,55	[illegible]
Frais divers : commission d'achat, pesages, transbordements, magasinages, redevances locales, etc.	»	1,80	[illegible]
Droit de douane.	»	2,60	[illegible]
Prix de revient des fers rendus aux aciéries. .	»	37,26	[illegible]
Houille. . . Quantités consommées : 1° cémentation. kil. 85; 2° fusion. . . . 597; 3° raffinage. . . 110	792	0,94	[illegible]
Main-d'œuvr. Journées consommées : 1° cémentation. j. 0,23; 2° fusion. . . . 1,35; 3° raffinage . . 2,00	j. 3,58	3,70	[illegible]
Autres frais et bénéfices. Charbon de bois pour la cémentation ; carbonisation de la houille ; creusets et matières réfractaires ; frais généraux ; bénéfices : 1° cémentation. 24,25; 2° fusion. . . 13,60; 3° raffinage . 20,16	»	»	[illegible]
Totaux.			[illegible]

…miques, de 100 kil. d'acier fondu raffiné.

…IÈRES ET DES JOURNÉES DE TRAVAIL CONSOMMÉES.								
…DITIONS ACTUELLES				CONDITIONS PROPOSÉES				
…le groupe des …rénées.		dans le groupe de la Loire.		pour le bassin houiller de Valenciennes.		pour le bassin houiller d'Alais.		
…de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières ou de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières ou de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières et de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	OBSERVATIONS.
·	fr. »	fr. »	fr. »	fr. »	fr. »	fr. »	fr. »	
…,00	33,60	30,00	33,60	30,00	33,60	30,00	33,60	* Les frais de transport de la tonne de fer de Hull à Sheffield s'élèvent à 12 sh. 6 d. par les canaux et les rivières, et à 13 sh. 6 d. par le chemin de fer. ** La journée de travail est généralement en France à un prix moins élevé qu'en Angleterre : mais souvent aussi il faut un plus grand nombre de journées pour produire un même résultat, ce qui établit la compensation. En admettant que cette compensation existe dans le travail de l'acier, je m'écarte peu de la réalité, et je mets mieux en évidence l'influence que le prix des matières premières exerce sur le prix de revient.
…,31	0,35	0,31	0,35	0,31	0,35	»	»	
…,00	1,12	3,30	3,70	1,80	2,02	2,00	2,24	
…,00	2,24	5,50	6,16	1,20	1,34	1,00	1,12	
…,80	2,02	1,80	2,02	1,80	2,02	1,80	2,02	
…,15	20,33	18,15	20.33	0,05	0,06	0,05	0,06	
…,26	59.66	59,06	66,16	35,16	39,39	34,85	39,04	
…,10	40,39	0,72	5,70	1,22	9,66	0,73	5,78	
	13,25	»	13,25	»	13,25	»	13,25	
	36,03	»	36,03	»	36,03	»	36,03	
	149,33		121,14		98,33		94,10	

Prix de revient, dans diverses conditi

DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS du prix de fabrication DE 100 KILOG. D'ACIER FONDU RAFFINÉ.	Consommations en matières ou en journées de travail.	VALEUR DI… dans le grou… du Yorkshire. Prix de 100 kilog. de matières premières ou de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog d'acier fondu raffiné.
	kil.	fr.	fr.
Fers suédois ou russes. La quantité consommée, suivant les détails consignés dans ce mémoire, s'élève à	112	»	»
Les fers équivalents en qualité aux fers pyrénéens, valent au plus dans les ports de la Baltique et de la mer d'Azoff.	»	30,00	33,6
Depuis le port étranger jusqu'à l'aciérie de cémentation, ces fers donnent lieu en outre aux frais suivants :			
Droit du Sund (en 1842).	»	0,31	0,35
Transport par mer.	»	1,00	1,12
— du port de mer à l'aciérie.	»	1,55	1,74
Frais divers : commission d'achat, pesages, transbordements, magasinages, redevances locales, etc.	»	1,80	2,0
Droit de douane.	»	2,60	2,91
Prix de revient des fers rendus aux aciéries. .	»	37,26	41,74
Houille. . . . Quantités consommées : 1° cémentation. kil. 85; 2° fusion. . . . 597; 3° raffinage. . . 110	792	0,94	7,4
Main-d'œuv. Journées consommées : 1° cémentation. j. 0,23; 2° fusion. . . . 1,35; 3° raffinage . . 2,00	j. 3,58	3,70	13,2
Autres frais et bénéfices. Charbon de bois pour la cémentation ; carbonisation de la houille ; creusets et matières réfractaires ; frais généraux ; bénéfices : 1° cémentation. 2f,25; 2° fusion. . . 13, 60; 3° raffinage . 20, 16	»	»	36,03
Totaux.			98,[illegible]

…omiques, de **100** *kil. d'acier fondu raffiné.*

…TIÈRES ET DES JOURNÉES DE TRAVAIL CONSOMMÉES.

…DITIONS ACTUELLES				CONDITIONS PROPOSÉES				
…s le groupe des …yrénées.		dans le groupe de la Loire.		pour le bassin houiller de Valenciennes.		pour le bassin houiller d'Alais.		
…matières ou de journées de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières ou de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières ou de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	Prix de 100 kilog. de matières et de la journée de travail.	Prix pour 100 kilog. d'acier fondu raffiné.	OBSERVATIONS.
…r.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
…	»	»	»	»	»	»	»	
…0,00	33,60	30,00	33,60	30,00	33,60	30,00	33,60	* Les frais de transport de la tonne de fer de Hull à Sheffield s'élèvent à 12 sh. 6 d. par les canaux et les rivières, et à 13 sh. 6 d. par le chemin de fer.
…0,31	0,35	0,31	0,35	0,31	0,35	»	»	
…1,00	1,12	3,30	3,70	1,80	2,02	2,00	2,24	
…2,00	2,24	5,50	6,16	1,20	1,34	1,00	1,12	
…1,80	2,02	1,80	2,02	1,80	2,02	1,80	2,02	** La journée de travail est généralement en France à un prix moins élevé qu'en Angleterre : mais souvent aussi il faut un plus grand nombre de journées pour produire un même résultat, ce qui établit la compensation. En admettant que cette compensation existe dans le travail de l'acier, je m'écarte peu de la réalité, et je mets mieux en évidence l'influence que le prix des matières premières exerce sur le prix de revient.
…3,15	20,33	18,15	20,33	0,05	0,06	0,05	0,06	
…3,26	59,66	59,06	66,16	35,16	39,39	34,85	39,04	
…5,10	40,39	0,72	5,70	1,22	9,66	0,73	5,78	
	13,25	»	13,25	»	13,25	»	13,25	
	36,03	»	36,03	»	36,03	»	36,03	
	149,33		121,14		98,33		94,10	

EXPLICATION DES DEUX PLANCHES

JOINTES A CE MÉMOIRE.

PLANCHE XII.

Elle représente tous les détails d'un atelier de cémentation à deux fourneaux, dans chacun desquels on peut élaborer à la fois 17.600 kil. de fer, et dont la production totale peut s'élever annuellement à 7.040 quintaux métriques d'acier.

Fig. 1. Coupe horizontale du fourneau de cémentation, au niveau de la face supérieure des caisses.

Fig. 2. Coupe verticale du fourneau suivant un plan passant par l'axe de la grille du foyer.

Fig. 3. Coupe verticale suivant un plan perpendiculaire à la grille du foyer et à la plus longue dimension horizontale des caisses.

Fig. 4. Projection verticale de la tour qui surmonte le fourneau, et de l'une des deux embrasures pratiquées dans cette tour pour donner accès au fourneau. — Coupe verticale de la fosse pratiquée en regard de cette embrasure jusqu'au niveau du cendrier.

Fig. 5. Coupe verticale de l'une des caisses de cémentation, suivant sa plus longue dimension horizontale. On y voit la disposition des massifs pleins sur lesquels reposent les caisses, et des carneaux ménagés entre ces massifs pour la circulation de la flamme. On y remarque également les conduits qui servent à retirer les barres d'essai pendant le cours de l'opération.

Fig. 6. Projection horizontale d'un atelier de cémentation à deux fourneaux.

Fig. 7. Coupe transversale du même atelier suivant un plan vertical perpendiculaire à la plus longue dimension de la halle, et mené à égale distance des deux fourneaux.

Fig. 8. Projection verticale de la façade du même atelier.

PLANCHE XIII.

Elle présente la disposition générale et les détails d'une des meilleures fonderies d'acier du Yorkshire. Cette fonderie, comprenant dix fourneaux de fusion à deux creusets, peut produire par semaine 3.972 kilogrammes d'acier fondu, ou par an 2.000 quintaux métriques.

Fig. 1. Coupe horizontale de l'atelier par un plan mené à 0m,40 au-dessus du sol de la fonderie. On voit dans la fonderie proprement dite la projection des orifices supérieurs des fourneaux et la coupe horizontale des cheminées correspondantes. A gauche, et à 1m,20 en contre-bas du sol de la fonderie, se trouve un bâtiment où l'on conserve le coke et les argiles réfractaires, et où l'on fabrique les creusets. Sur le côté opposé se trouvent le four servant à la cuisson préalable des creusets et le bâtiment servant de magasin pour les aciers bruts et fondus.

Fig. 2. Projection et coupes verticales de la fonderie et des deux bâtiments qui en dépendent, suivant des plans parallèles au massif des cheminées. L'une des coupes (B'C') présente la projection des grilles et des cendriers; l'autre (CD) montre la forme intérieure des fourneaux de fusion et du four où s'opère la cuisson préalable des creusets. L'une et l'autre montrent la disposition des creusets sur les étagères placées le long des murs de la fonderie où règne une température élevée favorable à la dessiccation de l'argile.

Fig. 3. Coupes verticales de la fonderie suivant deux plans perpendiculaires au massif des cheminées. On y voit la disposition des deux creusets dans le fourneau de fusion et celle du rampant par lequel les gaz de la combustion se rendent du fourneau dans la cheminée. On remarque également : la porte qui fait communiquer la fonderie avec la plate-forme placée au-devant du four de cuisson et les trois escaliers qui mettent en communication, savoir : l'atelier de fusion avec la cour; la cour avec la cave voûtée dont le sol est de niveau avec

les cendriers ; enfin cette dernière avec le magasin aux aciers.

Fig. 4. Couvercle fermant l'orifice supérieur des fourneaux de fusion, au niveau du sol de la fonderie.

Fig. 5. Moule employé pour la fabrication des creusets réfractaires dans lesquels se fait la fusion de l'acier.

Fig. 6. Tige de fer et support mobile en bois sur lesquels on place le creuset moulé pour le séparer du moule extérieur *aa* (*fig.* 5), après avoir enlevé le tout de dessus le socle *bb*.

Fig. 7. Coupe verticale du creuset et projection verticale du fromage et du couvercle.

Fig. 8. Disposition de la lingotière en fonte au moment de la coulée de l'acier fondu.

Fig. 9. Première tenaille servant à retirer le creuset du fourneau lorsque la charge d'acier est fondue.

Fig. 10. Deuxième tenaille avec laquelle l'ouvrier tient le creuset, lorsqu'il verse l'acier fondu dans la lingotière.

Fig. 11. Disposition de l'entonnoir et du ringard droit servant au chargement des creusets.

MONNAIES, POIDS ET MESURES.

Les monnaies, les poids et les mesures dont il est fait usage en Yorkshire, et qui sont cités dans le cours de ce mémoire, ont, en francs et en mesures métriques, les valeurs indiquées ci-après :

			f
1 livre sterling.	liv. st.	=	25, 208
1 shilling.	sh.	=	1, 260
1 penny.	d.	=	0, 105
			k
1 tonne ou 2.240 livres avoir-du-pois.		=	1015, 940
1 livre avoir-du-pois.		=	0, 4535
			m
1 pied.	pi.	=	0, 3046
1 pouce.	po.	=	0, 0254

ANALYSES

De substances minérales.

EXTRAITS.

TRAVAUX DE 1842.

1. *Note sur le gisement des* DIAMANTS *au Brésil*; par M. Lemonosoff. (Ann. de Ch., t. 7, p. 241.)

La localité où les diamants gisent dans les massifs d'itacolumite se trouve située sur la rive gauche du *Corsego dos Rois*, sur la *Serra du grammagoa*, qui est à 42 lieues portugaises au nord de la ville de Téjuco ou Diamantina. On y a exploité les diamants avantageusement pendant plusieurs années, en faisant sauter les rochers, réduisant les fragments en sable au moyen de marteaux, et faisant subir à ces sables des lavages à l'aide de la *batea*. Actuellement les travaux ont cessé, parce que le restant des roches à gisement de diamants a commencé à offrir plus d'une difficulté à l'exploitation, et parce que ces diamants sont obtenus ailleurs avec plus de facilité.

Un petit diamant, détaché de l'itacolumite dans lequel il était enchâssé, ayant été examiné par une commission de l'Académie des sciences, on s'est assuré qu'il ne polarisait pas entièrement la lumière, et l'angle de polarisation maximum s'est trouvé exactement égal à celui qui était donné par un diamant de l'Inde, pris pour terme de comparaison.

2. *Analyse d'une résine fossile des environs de Bucaramangà* (Amérique méridionale); par M. Boussingault. (Ann. de Chim., t. 6, p. 507.)

Cette résine a été rencontrée en quantité considérable dans une alluvion porphyrique aurifère exploitée à Giron, près Bucaramangà, province de Soccoro, qui appartient à la Nueva Granada.

L'échantillon que je possède m'a été donné par M. le docteur Eloz Valenzuela, qui l'avait détaché d'un bloc pesant près de 12 kilogrammes.

La résine fossile de Giron est transparente, d'un jaune pâle; elle fond facilement, et brûle avec une flamme peu fuligineuse sans laisser de résidu.

Par le frottement, cette résine devient fortement électrique; elle est insoluble dans l'alcool; mise dans l'éther, elle se gonfle et devient opaque. Sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. Par son aspect et ses propriétés, la résine de Giron peut se confondre avec certaines variétés de succin; mais en la distillant, je n'ai pas réussi à en retirer de l'acide succinique.

L'analyse faite par l'oxyde de cuivre aidé de l'action d'un courant d'oxygène, m'a donné les résultats suivants :

$0^{gr.},300$ de résine ont produit $0^{gr.},910$ d'acide carbonique; $0^{gr.},293$ d'eau.

Carbone.	82,7
Hydrogène. . .	10,8
Oxygène.	6,5
	100,0

---

3. GAZ DE LA HOUILLE *renfermé dans des globules*

de carbonate de chaux; par M. Blacke. (Amer. Journ., janvier 1842.)

On trouve dans les tuyaux de conduite du gaz d'éclairage à Boston, et jusqu'à la distance de plus d'un mille, un grand nombre de petits corps sphéroïdaux creux, dont la croûte est formée de carbonate de chaux et qui sont remplis de gaz hydrogène carboné. Ces sphéroïdes ont de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$ de pouce de diamètre, et la croûte en est extrêmement mince.

---

4. *Analyse des* CENDRES VITRIOLIQUES *de Forges-les-Eaux*; par MM. Girardin et Bidard. (Journ. de Phar., t. 3, p. 371.)

Il existe dans les environs de Forges-les-Eaux, près de la surface du sol, des couches plus ou moins épaisses de lignite noir alumineux et pyriteux que l'on exploite pour la fabrication de la couperose. Les terres lavées sont ensuite vendues sous le nom de cendres vitrioliques, à raison de 1 fr. l'hectolitre. On les mêle avec le quart de leur poids de cendres de tourbe, et on emploie ce mélange dans tout le pays de Bray comme un engrais stimulant très-puissant, pour les prairies, les herbages humides et les terres arables proprement dites. Un échantillon de cendres vitrioliques que nous avons soumis à l'analyse a perdu 0,24 d'eau par la dessiccation, et après cela, il s'est trouvé composé de :

Matières solubles dans l'eau. . .	0,0453	Matière organique. .	0,0274
		Sulfate ferreux. / Sulfate ferrique. . . .	0,0179
Matières insolubles dans l'eau.	0,9547	Sable fin.	0,3892
		Humus insoluble. . .	0,4983
		Sulfure de fer. / Oxyde ferrique. . . .	0,0672
	1,0000		1,0000

et il a donné à l'appareil de Liebig 0,0272 d'azote. D'après cela, sous le rapport de l'azote, 14,7 de cendres de Forges-les-Eaux doivent agir comme 200 p. de fumier normal.

---

5. *Analyse des* COPROLITES *du terrain de Paris*; par M. Meillet. (Rev. Scient., t. 11, p. 256.)

Dans les couches noires du calcaire grossier, on trouve, avec un grand nombre de fossiles, une multitude de coprolites avec leur forme allongée bien connue, et souvent remplis d'os, de dents et d'écailles de Cyprines. Leur grosseur varie depuis celle d'une noisette jusqu'à la grosseur du poing. Ils sont tous d'un jaune chamois clair et en général friables. Le mélange de toutes ces variétés m'a donné à l'analyse :

Phosphate de chaux.	0,6225
Carbonate de chaux.	0,1250
Silice.	0,0025
Matière animale fétide. . . .	0,2500
	1,0000

On trouve également des coprolites dans la craie de Meudon, mais ils sont plus rares, et ils ont plus de dureté et une couleur cendrée. Ils produisent à l'analyse :

Phosphate de chaux. .	0,4750
Carbonate de chaux. .	0,3990
Carbonate de magnésie.	0,0040
Matière animale. . . .	0,1220
	1,0000

---

6. *Note sur le* GUANO *ou* HUANO, *engrais des*

îles de la mer du Sud; par MM. Girardin et Bidard. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 368.)

D'après les expériences qui ont été faites en Angleterre, il paraît que 200 kilogr. de guano mêlés de 25 à 30 p. de charbon suffiraient pour fumer un hectare de terre à blé.

L'échantillon que nous avons examiné était en poudre grossière, brune, exhalant une odeur forte et fétide. On pouvait en séparer mécaniquement deux parties bien distinctes : 1° une poussière brune, humide, qui contient une grande quantité de carbonate d'ammoniaque; 2° de petits grains blanchâtres, demi-durs, qui ne diffèrent de la poussière que par l'absence totale de carbonate d'ammoniaque. Ces petits grains renferment : de l'urate et de l'oxalate d'ammoniaque, de l'oxalate de potasse et de chaux, du phosphate d'ammoniaque, des phosphates de potasse, de chaux et de magnésie, du sulfate de potasse, du chlorure de potassium et une matière grasse. L'acide urique et l'ammoniaque s'y trouvent dans la proportion de :

Acide urique.	0,184,	ce qui représente.	0,0613	d'azote.
Ammoniaque.	0,130,	ce qui représente.	0,1073	d'azote.
	0,314		0,1686	

———

7. *Composition de la* POUDRETTE *fabriquée à Montfaucon*; par M. Jacquemart. (Ann. de Ch., t. 7, p. 378.)

La poudrette est une substance de couleur brune, sur laquelle on distingue quelques points blancs qui paraissent être une efflorescence saline. Elle répand une odeur empyreumatique, mais

peu sensible ; elle est humide et grasse au toucher ; aussi se présente-t-elle sous la forme de petites agglomérations de la grosseur d'une noisette, et est-elle susceptible de devenir compacte par la pression, comme pourrait le faire une matière argileuse. Le litre pèse 652 à 670 grammes. Chauffée dans une cornue pendant 15 heures à la température de 250 à 300°, elle a donné 0,515 de liquide et 0,472 de matière sèche, sans qu'il se soit dégagé aucun gaz.

Le liquide a une forte odeur ammoniacale et contient une quantité de carbonate d'ammoniaque, qui équivaut à 3,2 pour 100 de la poudrette de sulfate cristallisé.

La poudrette desséchée, distillée avec du carbonate de soude pour décomposer tous les sels ammoniacaux, donne une quantité d'ammoniaque qui équivaut à 0,42 de sulfate pour 100 de la poudrette brute, d'où il suit qu'au total l'ammoniaque toute formée contenue dans cette matière peut donner lieu à la production de 0,0362 de sulfate cristallisé.

Quand on calcine la poudrette à la chaleur rouge en vase clos, on obtient 1° un résidu charbonneux ; 2° un liquide alcalin, sur lequel surnage une petite quantité d'une huile ayant l'odeur de la poudrette ; 3° et du gaz, dans les proportions suivantes :

Résidu charbonneux.	0,295 contenant, cendres	0,255
Liquide alcalin. . . .	0,580	
Gaz.	0,125	
	1,000	

La poudrette contenant 0,525 d'eau, on voit que les matières animalisées n'ont produit que

0,055 de liquide, ce qui porte le poids de la matière animale à 0,22 sans les cendres.

Les 0,580 de liquide ammoniacal donnent avec l'acide sulfurique 0,064 de sulfate d'ammoniaque cristallisé; c'est-à-dire, presque le double de la quantité qui provient des sels ammoniacaux tout formés.

Le résidu charbonneux se compose de 0,125 de charbon et de 0,865 de cendres.

Les matières animales de la poudrette donnent une quantité d'ammoniaque correspondant à 0,0326 de sulfate cristallisé pour 0,22 de ces matières; c'est-à-dire 0,15 de leur poids.

On sème par hectare de terre de 18 à 25 hectolitres de poudrette, pesant 78 kilogrammes, et contenant :

Carbonate d'ammoniaque formé, l'équivalent de.	50k.,4	sulfate.
En matière organisée, l'équivalent de.	45 ,6	
Total.	96k.,0	

---

8. *Note sur la* FERMENTATION URINAIRE; par M. Jacquemart. (Ann. de Chim., t. 7, p. 149.)

L'urine humaine, recueillie dans des vases très-propres, ne s'altère que lentement, même par une température de 32° C., et au bout de 15 jours, elle n'est pas encore entièrement décomposée, c'est-à-dire, qu'elle ne renferme pas encore toute la quantité de carbonate d'ammoniaque qu'elle peut produire. Mais si l'on y ajoute un ferment, tel que de la levure, du carbonate d'ammoniaque, etc., elle s'altère, au contraire, très-promptement et avec plus ou moins de rapi-

dité, selon la nature et la proportion de ce ferment : pendant la décomposition de l'urine, il se forme un dépôt blanc pâteux qui s'attache aux parois des vases. Ce dépôt paraît être le plus énergique de tous les agents de décomposition pour l'urine fraîche : il suffit d'en ajouter à celle-ci 1/50 de son poids pour que la fermentation soit achevée au bout de 24 heures.

---

9. *Mémoire sur l'état de combinaison du* SOUFRE *dans les* EAUX MINÉRALES DES PYRÉNÉES, *suivi d'une analyse de l'*EAU DE BARZUN, *près Barréges;* par MM. Boullay et Henry. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 261.)

Anglada avait conclu, d'expériences nombreuses, que le soufre était dans les eaux minérales des Pyrénées à l'état de sulfure de sodium; mais M. Fontan a contesté cette assertion et a supposé que le soufre s'y trouvait à l'état de sulfhydrate de sulfure de sodium. Nous avons examiné de nouveau la question et nous avons reconnu que l'opinion d'Anglada est parfaitement exacte. La preuve principale résulte de l'action du sulfate de manganèse sur les eaux; il y occasionne un précipité de sulfure, et on ne retrouve ensuite dans la liqueur filtrée qu'une trace tout à fait insignifiante de soufre, soit en distillant, soit au moyen du sulfhydromètre.

M. Longchamp supposait que ces eaux renferment de la soude caustique libre . nous nous sommes assurés qu'il n'en est rien et qu'elle se trouve combinée avec de l'acide carbonique.

La source de Barzun est située sur la rive droite du Bastau, à moins d'un kilomètre de Barréges,

de l'autre côté du ruisseau. Elle fournit 3.600 litres par heure, et elle sort d'une espèce de talc superposé au calcaire. L'eau est à 27 ou 30° C. Elle est d'une limpidité parfaite et un peu gazeuse. Son odeur est celle des œufs cuits; sa saveur est sulfureuse, mais on la boit plus volontiers que l'eau de Barréges. Elle entraîne avec elle beaucoup de barrégine mêlée de sulfuraire.

Nous y avons trouvé pour 1 litre, ou 1.000 grammes :

	gr.
Sulfure de sodium.	0,03300
Chlorure de sodium.	0,11700
Chlorure de potassium et de magnésium. . . .	trace.
Sulfate de soude et de chaux, et carb. de soude.	0,06400
Sulfate de soude, carbon. et silicate de chaux.	0,10600
Oxyde de fer, glairine et barrégine.	0,03000
	0,35000

10. *Nouvelle analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Bagnères de Bigorre, connue sous le nom de source d'Angoulême;* par MM. Boullay et Henry. (Journ. de Pharm., t. 3, p. 83.)

Cette source est située au sud-ouest de Bagnères, dans le flanc de la montagne qui domine la ville, à 150 mètres au-dessus de la vallée de l'Adour. Elle a été découverte en 1802. L'eau arrive directement dans un bassin destiné à la recevoir; elle est limpide, mais elle laisse promptement se former un dépôt ocreux. Sa saveur est attramentaire. Sa température est de 11° R. 1.000 grammes de l'eau contiennent :

	gr.
Muriates de magnésie et de soude, carbonate de soude, potasse (carbonate ou muriate). . .	0,0194
Sulfates de soude et de chaux, silice, alumine.	0,0141
Carbonates terreux.	0,0097
Crénate de fer.	0,0053
	0,0485

Elle renferme la moitié de son volume d'acide carbonique.

Le dépôt ocreux que forme cette eau contient des carbonates terreux, des sulfates, des crénates de chaux et surtout des crenates de fer.

---

11. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Challes, en Savoie;* par M. O. Henry. (Journ. de Pharm., t. 2, p. 489.)

Cette eau a été découverte par M. le docteur Domauget. Elle est située à une lieue de Chambéry, auprès du village de Challes sur la route de Turin. Elle sourd à 12 pieds au-dessous du sol, à travers une roche grisâtre, feuilletée, veinée de chaux carbonatée cristalline. Elle est limpide, presque inodore, mais elle a une saveur fortement sulfureuse et amère. Elle ne laisse presque pas échapper de gaz, mais au contact de l'air elle jaunit, devient polysulfureuse et laisse déposer du soufre mêlé de quelques traces de matière organique et de carbonate de chaux. La source produit 1.200 à 1.500 litres d'eau par 24 heures : le long de son parcours elle laisse déposer du soufre et de petites houppes soyeuses ou des filaments qui offrent beaucoup d'analogie avec la sulfuraire.

J'y ai découvert la présence de l'iode par la méthode suivante : j'ai ajouté à un litre d'eau un léger excès de sulfate de zinc, qui en a précipité tout le principe sulfureux ; puis après avoir filtré j'y ai instillé avec précaution du chlorure de palladium. La liqueur s'est troublée d'abord, a bruni et a bientôt laissé précipiter des flocons noirâtres, qui, lavés, renfermaient tout l'iode à l'état d'iodure palladique. Cet iodure, dissous à l'aide d'un

peu d'ammoniaque, a fourni une solution qui, mélangée d'amidon et d'acide sulfurique à 66°, ajouté progressivement et avec précaution, a pris une couleur bleue plus ou moins intense. L'analyse a donné pour 1.000 grammes :

Azote.	traces.
Chlorure de magnésium.	0 0100
Chlorure de sodium.	0,0814
Bromure de sodium.	0,0100
Iodure de potassium.	0,0099
Sulfure de sodium anhydre. . .	0,2950
Carbonate de soude anhydre. . .	0,1377
Sulfate de soude anhydre. . . .	0,0730
Sulfate de chaux.	traces.
Silicate de soude.	0,0410
Carbonate de chaux.	0,0130
Carbonate de magnésie.	0,0300
Carbonate de strontiane.	0,0010
Phosphates et silicates d'alumine et de chaux.	0.0580
Sulfures de fer et de manganèse.	0,0015
Glairine rudimentaire.	0,0221
Perte.	0,0325
	0,8461

12. *Analyse de l'*EAU *de la mer Morte*; par le lieutenant Ivanoff. (Ann. des Mines de Russie, 1840, p. 256.)

L'échantillon analysé a été rapporté par M. Tepliakoft. Sa p. s. était de 1,1521, il contenait :

Chlorure de calcium. . . .	0,02431
Chlorure de magnésium. .	0,08501
Chlorure de sodium. . . .	0,06401
Chlorure de potassium. . .	0,00762
Chlorure d'ammonium . .	0,00072
Sulfate de chaux.	0,00079
	0,18246

De plus il s'y trouvait une trace de brôme.

Gmelin et Apjohn ont aussi analysé l'eau de la mer Morte et ils y ont trouvé :

	Gmelin.	Apjohn.
Chlorure de calcium. . .	0,032141	0,02438
— de magnésium.	0,017734	0,07370
— de potassium. .	0,016738	0,00852
— de sodium. . .	0,070777	0,07239
— de manganèse. .	0,002117	0,00005
— d'ammonium. .	0,000896	
Bromure de magnésium. .	0,004393	0,00201
Sulfate de chaux.	0,000527	0,00075
Hydrochlorate d'alumine.	0,000075	
	0,245398	0,18780

13. *Analyse d'une* EAU MINÉRALE *du département du Nord*; par M. P. Berthier.

Les sources que l'on rencontre dans le *Tourtia*, formation qui recouvre le terrain houiller du département du Nord, sont sensiblement minérales. Un litre d'eau provenant de la concession de Vicoigne, a fourni par l'évaporation 3gr.,50 de sels rendus anhydres par la calcination au rouge naissant. L'analyse de ces sels a donné :

Sulfate de chaux. . .	0,200	cristallisé	0,250
Sulfate de magnésie. .	0,117	—	0,240
Sulfate de soude. . .	1,800	—	4,000
Chlorure de sodium.	1,383	—	1,383
	3,500	—	5,873

Ainsi l'eau renferme 0,003500 de sels anhydres ou 0,005873 de sels cristallisés.

14. *Analyse du* PORPHYRE *feldspathique de Freyberg*; par M. Kersten. (Ann. de Pog., t. 57, p. 29.)

Ce porphyre est gris perlé, nuancé de rouge de chair. On a analysé la partie la moins chargée de quartz, et on y a trouvé :

Silice.	0,6856
Alumine. . . .	0,1530
Potasse.	0,0750
Soude.	0,0262
Oxyde de fer. .	0,0425
Chaux.	0,0050
Talc.	0,0020
	0,9893

15. *Analyse du verre* AVENTURINE; par M. Schnedamann. (Ann. de Pog., t. 58, p. 287.)

L'aventurine est un verre brun parsemé de petites paillettes brillantes qui lui donnent un éclat particulier. On la fabrique à Musano, près Venise, par un procédé qui est tenu secret. Les paillettes à éclat métallique sont des cristaux qui affectent la forme de fragments d'octaèdres réguliers et qui ont dû se produire par refroidissement. Un échantillon d'aventurine a donné à l'analyse :

Silice.	0,652
Acide phosphorique. . . .	0,015
Deutoxyde de cuivre. . . .	0,030
Peroxyde de fer.	0,065
Chaux.	0,080
Magnésie.	0,045
Soude.	0,082
Potasse.	0,021
	0,990

Les paillettes sont métalliques et absolument

identiques avec les particules de cuivre qui se déposent dans une dissolution de ce métal, que l'on réduit par l'acide phosphoreux ou par l'acide sulfureux. Elles se forment sans aucun doute par l'addition au verre en fusion et mélangé d'oxyde de cuivre, d'un corps réducteur.

Il est à remarquer que ce verre est si fusible qu'il se liquéfie bien avant le cuivre métallique.

---

16. *Recherches sur un* Mica a deux axes *de New-York*; par M. Meitzendorf (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

Ce mica, qui a beaucoup de ressemblance avec les micas à un axe, mais qui en possède effectivement deux, d'après les recherches de Dove, se trouve en très-grandes tables à six faces, de couleur noire, dont les feuillets minces sont transparents comme de l'eau. Soumis à la flamme du chalumeau, au bout d'une pince de platine, il fond très-facilement en un émail blanc, et colore en même temps la flamme légèrement en rouge. Dans le tube fermé, il donne, d'une manière très-marquée, la réaction du fluor. Il se trouve dans le comté de Jefferson (New-York) (1).

J'ai exécuté trois analyses de ce minéral. La première a été faite avec l'acide hydro-fluorique, principalement en vue de doser les alcalis. La seconde eut lieu au moyen du carbonate de soude,

(1) Dance a décrit dans son Système de minéralogie, p. 264, un mica tout semblable de Henderson, comté de Jefferson, d'où celui analysé peut également provenir. Celui de Henderson se présente engagé dans un calcaire grenu.

suivant le procédé habituel. Dans la troisième, on a employé de même du carbonate de soude, pour doser la proportion du fluor. Les résultats des trois analyses ont été les suivantes :

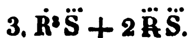
	I. Au moyen de l'acide fluorhydrique.	II. Au moyen du carbonate de soude.	III.
Silice.	»	41,49	41,11
Alumine.	15,49	15,22	»
Peroxyde de fer. . . .	1,82	1,72	»
Magnésie.	28,16	29,43	»
Potasse.	9,70	»	»
Soude (contenant de la lithine). . .	0,65	»	»
Fluor.	»	»	3,30

La perte par la chaleur est de 0,23 pour 100.

La moyenne de ces analyses est la suivante :

		Oxygène.	
Silice.	41,30	21,45	
Alumine.	15,35	7,16	7,711
Peroxyde de fer.	1,77	0,54	
Magnésie. . . .	28,79	11,14	
Potasse.	9,70	1.64	12,953
Soude.	0,65	0,16	
Fluor.	3,30		
Perte au feu. . .	0,28		
	101,14		

La composition de ce mica est très-remarquable, parce qu'il possède deux axes de double réfraction et qu'il contient en même temps une proportion très-considérable de magnésie, circonstance qui ne s'était présentée jusqu'ici que pour les micas à un seul axe. En désignant par $\dot{R}$ les bases à un atome d'oxygène, et par $\dddot{R}$ l'alumine et le peroxyde de fer, on représente la composition du mica par la formule



$$3.\ \dot{R}^3\ddot{S} + 2\dddot{R}\ddot{S}.$$

Dans l'examen de cette formule, on n'a pas tenu compte de la proportion de fluor. A vrai dire, il en a été de même pour la plupart, surtout pour les micas à un axe. Dans le mica que j'ai analysé la proportion de fluor est de 3,3 p. o/o. Le fluor peut être contenu dans le mica à l'état de fluorure de potassium; il n'y est sûrement combiné avec un autre métal, parce que cela aurait une influence considérable sur la proportion d'oxygène combinée entre les différentes bases. 3,3 de fluor se combinent avec 6,9 de potassium pour faire du fluorure de potassium, en sorte que sur les 8,03 p. o/o de potassium, il n'y en a que 1,12 qui soient à l'état de potasse. Cette quantité de potassium correspond à 0,19 d'oxygène, en sorte que les proportions d'oxygène des bases $\dot{R}$ et $\dddot{R}$ donneraient 11,49 et 7,711, qui se rapprochent davantage du rapport 3 à 2, qui a été indiqué plus haut.

Il est vrai qu'il y aurait un excès sensible de silice. On ne peut cependant pas en conclure que le fluor soit à l'état de fluorure double de silicium et de potassium, parce que le mica n'éprouve qu'une perte très-peu considérable par l'action du feu. Il est possible que le fluorure de potassium soit combiné avec la silice, bien que, suivant Berzélius, cette combinaison soit détruite par l'eau.

Il est plus convenable de combiner le fluorure de potassium dans le mica avec le composé $3\dot{R}^3\dddot{S} + 2\dddot{R}\dddot{S}i$. On peut admettre que $\dot{R}$ ne consiste qu'en magnésie, $\dddot{R}$ en alumine : et la com-

position du minéral, calculée d'après la formule $KF + (3Mg^3\ddot{Si} + 2\ddot{\ddot{Al}}\ddot{S})$, serait :

Fluor.	3,24
Potassium.	6,78
Magnésie. . . .	32,20
Alumine.. . . .	17,79
Silice.	39,99
	100,00

17. *Analyse d'un* Mica *à lithine de Sibérie*; par M. Rosalis. (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

L'analyse de peu de minéraux, à l'exception, peut-être, de celle des fahlerz, présente plus de difficultés que celle du mica à lithine ou lépidolithe. Ce mica a été souvent analysé, mais les différentes analyses présentent des résultats très-divergents, non-seulement lorsqu'ils concernent des micas d'origine différente, mais même quand ceux-ci provenaient du même gisement.

Dans aucune de ces analyses on n'avait rencontré de soude dans le mica à lithine. J'ai trouvé cette base avec la lithine dans le mica de Sibérie. La proportion de lithine que j'ai obtenue est beaucoup plus faible que celle obtenue par d'autres chimistes, très-probablement parce que la totalité de la soude contenue dans le mica se trouvait dans la lithine. Cette petite proportion de lithine est d'autant plus remarquable que le mica colore la flamme d'une bougie en rouge pourpre très-foncé, lorsqu'on l'expose sur les bords de la flamme. J'ai trouvé en outre une plus grande quantité de fluor que celle indiquée dans d'autres micas à lithine. Avec le fluor, j'ai trouvé également du chlore.

Le mica analysé a été rapporté de Sibérie par M. G. Rose. Il se trouve près du village de Juschakowa, près Morsinsk, dans l'Oural. M. G. Rose l'a décrit dans son voyage, t. I, p. 457, et a indiqué aussi la manière dont il se comporte au chalumeau.

J'ai exécuté trois analyses de ce minéral. Dans l'une, je l'ai traité dans un état de très-grande division, par de l'acide fluorhydrique concentré, afin de pouvoir doser les alcalis avec exactitude. Dans les autres analyses, j'ai employé le carbonate de soude, et la masse fondue fut reprise par l'eau pour pouvoir doser le fluor par le procédé connu. Dans ces deux analyses, je me suis servi d'une dissolution de carbonate de zinc dans l'ammoniaque pour séparer la totalité de la silice de la dissolution, par le procédé de Berzélius, sans ajouter d'acide à la liqueur; ensuite, après l'avoir saturé, j'ai ajouté une solution d'un sel de chaux dans l'ammoniaque, et dosé le fluor à l'état de fluorure de calcium. Dans la troisième analyse, cette précaution fut négligée, et c'est sans doute pour cette cause que la quantité de silice trouvée est de 2 pour 100 plus faible que dans la deuxième analyse.

La séparation de la lithine et de la soude eut lieu par le moyen employé par Hugen dans ses recherches sur la spodumène et la pétalite.

Les résultats des différentes analyses sont les suivants :

	I. Par l'acide hydrofluorique.	II. Par le carbonate de soude.	III.
Silice.	»	48,92	46,62
Alumine.	20,80	19,09	21,05
Oxyde de mang. (Mn^2O^3).	4,30	5,59	4,12

(Suite.)	I. Par l'acide hydrofluorique.	II. Par le carbonate de soude.	III.
Chaux.	0,11	0,14	0,12
Potasse.	10,96	»	»
Lithine.	2,77	»	»
Soude.	2,23	»	»
Fluor.	»	10,44	10,01
Chlore.	»	1,31	1,01

Au rouge vif, il n'éprouve qu'une perte de 0,28 pour 100; et son éclat est à peine terni.

L'acide phosphorique, la magnésie, l'eau et d'autres corps furent inutilement recherchés. Dans une analyse, j'ai cru avoir trouvé une trace de cobalt; mais j'ai pu m'assurer, par les deux autres, faites avec beaucoup d'attention, qu'il n'existait pas une trace de ce corps dans le mica.

Il n'est pas facile de se former une idée nette de la composition du mica. Il est bien probable, eu égard à la couleur rosée du minéral, que le manganèse s'y trouve à l'état de deutoxyde isomorphe avec l'alumine et la remplaçant. Dans tous les micas lithinifères de couleur rosée, et par conséquent dans les véritables lépidolithes, le fer manque complétement, au lieu que l'on trouve du manganèse dans tous. La quantité de fer s'annonce par la couleur du mica qui devient grise ou jaune. La potasse, la soude et la lithine peuvent être considérées comme isomorphes dans le mica; leurs radicaux s'y trouvent combinés avec le fluor. Ils ne peuvent pas se trouver dans le mica à l'état de fluo-silicates, parce que ce minéral n'éprouve par la chaleur qu'une pertet rès-faible. Pour 1 at. de potassium, on trouve 1 at. de lithium et $\frac{1}{3}$ d'at. de sodium; et les quantités d'oxygène contenues dans 10,96 de potasse, 2,67 lithine,

2,23 de soude, sont respectivement 1,76, 1,53 et 0,57.

La formule la plus probable qui représente la composition du mica analysé paraît être la suivante :



En calculant la composition, d'après cette formule, on trouve sur 100 p. :

Potassium. . .	9,09	(10,94) potasse.
Lithium. . . .	1,51	2,38 lithine.
Sodium. . . .	1,76	2,36 soude.
Fluor.	10,09	
Alumine. . . .	27,72	(Cette quantité comprend
Silice.	49,83	l'oxyde de manganèse.)
	100,00	

La grande quantité de fluor contenue dans ce mica ne permet pas de le comparer avec aucun de ceux précédemment analysés. Dans les dernières analyses de Chr. Gmelin, Kralowarsky et Turner, on trouve 3, 4 et 5 p. 100 d'acide fluorique, et dans deux analyses plus récentes faites par Regnault, sur des micas à lithine, on trouve 4,24 à 4,40 de fluor. Dans les micas à lithine de Zinnwald seulement, M. Chr. Gmelin trouve 8,53 pour 100 d'acide fluorique.

---

18. *Mémoire sur les* Os *anciens et fossiles et sur d'autres résidus solides de la putréfaction*; par MM. Girardin et Pleisser. (Mém. de l'Ac. de Rouen. 1842, p. 58.)

L'histoire chimique des os serait à peu près

complète si l'on connaissait tous les genres d'altération qu'ils sont susceptibles d'éprouver dans les différents terrains, par un séjour plus ou moins prolongé, et sous des influences diverses.

« Combien de faits intéressants, dit Fourcroy, n'offrira pas au physiologiste l'examen bien fait des os enfouis plus ou moins longtemps dans la terre, exposés à l'air ou plongés dans les eaux, et changés, plus ou moins profondément, dans leur nature intime, soit par la soustraction de quelques-uns de leurs matériaux constituants, soit par l'addition de quelques matières étrangères (1). »

Nous avons voulu contribuer à combler cette lacune dans l'histoire d'une des parties les plus intéressantes de l'économie animale, en soumettant à l'analyse comparative les ossements humains des anciens tombeaux, et des os d'animaux fossiles de diverses espèces, trouvés dans des terrains fort différents par leur âge et leurs caractères géologiques. Nous avons été provoqués, pour ainsi dire, à ce travail, par l'Académie royale des sciences de Rouen, qui nous chargea, en 1840, d'étudier des ossement recueillis par l'un de ses secrétaires perpétuels, feu De Stabenrath, dans des sépultures antiques de l'Anjou. La nécessité de réunir un assez grand nombre d'échantillons fossiles, d'âges ou du moins d'époques géologiques bien déterminés, nous fit recourir à l'obligeance d'un des naturalistes les plus distingués de notre province, M. E. Deslongchamps, professeur à la faculté des sciences de Caen, dont tout le monde

(1) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, t. 9, p. 289.

connaît les remarquables travaux. Avec un empressement dont nous ne saurions trop le remercier, ce savant zélé a mis à notre disposition une série d'échantillons de sa collection, en y joignant des renseignements très-précis sur leur origine et le lieu de leur gisement. MM. de Deville et Pottier, de Rouen, nous ont aussi donné les ossements humains qu'ils avaient en leur possession. Qu'il nous soit permis de témoigner publiquement notre reconnaissance à ces amis éclairés des études scientiques.

Avant de dire ce que nous avons fait, jetons un coup d'œil rétrospectif sur les faits déjà acquis à la science sur le point que nous avons voulu étendre et compléter, et rassemblons en un faisceau les renseignements peu nombreux qui sont épars dans les ouvrages de nos devanciers.

Les premières analyses d'os fossiles ont été faites par Hatchett, Fourcroy, Vauquelin, Chevreul, Apjohn et Stockes, Lassaigne et Pelouze.

1. Hatchett examina les os fossiles du rocher de Gibraltar. Il trouva qu'ils consistaient dans du phosphate de chaux, sans cartilage ou partie animale molle. Leurs interstices étaient remplis de carbonate de chaux, de sorte qu'ils ressemblaient parfaitement à des os brûlés : il en conclut que ces os devaient avoir subi l'action de quelque agent étranger, car la putréfaction ou le séjour dans la terre ne détruit pas promptement la partie cartilagineuse des os. Il mit dans l'acide chlorhydrique un humérus humain, pris à Hythe, dans le comté de Kent, et qu'on disait provenir d'un tombeau saxon; il trouva que le résidu cartilagineux était

à peu près aussi abondant que dans un os d'homme mort depuis peu de temps (1).

2. Fourquoy et Vauquelin examinèrent, en 1806, l'ivoire fossile. Ils virent que la matière animale n'y est pas toujours en même proportion. Ainsi, par la calcination dans un creuset ouvert,

L'ivoire fossile de Sibérie perdit	41 1/2 p. 100.	
de l'Ohio. . .	41	
de l'Ourque. . .	18 +	trace d'acide fluor.
du Pérou. . . .	15	
d'Argenteuil. .	14 +	*id.*

tandis que l'ivoire frais éprouva une perte de 45 pour 100. — Suivant eux, les ivoires fossiles qui ont perdu leur matière animale contiennent de l'acide fluorique, et il leur paraît vraisemblable que, pendant le séjour de ces substances dans l'intérieur de la terre, elles se combinent avec l'acide fluorique (2).

Les mêmes chimistes examinèrent, en 1807, des os trouvés dans un tombeau de l'église Sainte-Geneviève, à Paris. Ces os, dont on a fait remonter l'ancienneté au XIe siècle, étaient extrêmement fragiles; ils avaient une couleur pourpre, ou de lie de vin desséchée; cette couleur était plus intense dans le corps de ces os que dans la tête, où elle était, au contraire, brunâtre. Ils étaient remplis de petits cristaux blancs et brillants, ressemblant beaucoup au sulfate de chaux. Ce sont ces cristaux qui, en se formant dans l'intérieur de ces os, en ont soulevé les lames, et leur

(1) Hatchett, cité par Thomson, *Système de chimie*, t. 4, p. 506.

(2) Fourcroy et Vauquelin, *Annales de chimie*, t. 57, p. 37.

ont donné la fragilité qu'elles présentaient.—Ces os, d'après leur analyse, contenaient :

Phosphate de chaux.
Silice.
Membrane brune, ou tissu cellulaire.
Matière colorante rouge, soluble dans l'alcool.
Phosphate acide de chaux, uni à un peu de phosphate de magnésie,

Ils n'y ont trouvé aucune trace de carbonate de chaux.

Les cristaux dont les os étaient couverts consistaient en phosphate acide de chaux, uni au phosphate de magnésie (1).

3. M. Chevreul fit l'analyse, en 1806, d'os et de dents fossiles, trouvées à Chavaignes (Maine-et-Loire). « On trouve assez fréquemment, dit-il, dans les terrains coquilliers de l'Anjou, des os et des dents fossiles qui ont sans doute appartenu à des animaux marins. Les os qu'on y rencontre le plus communément sont courbes; leur grosseur et leur longueur varient ; il y en a qui ont quelques pouces de large sur plus d'un pied de long; ils sont recouverts d'une couche blanchâtre ; l'intérieur est compacte, d'un brun jaunâtre, parsemé de points noirs et de petites veines blanches ; lorsqu'ils sont réduits en poudre fine, ils sont jaune d'ocre. »

Voici la composition qu'il trouva à ces os :

---

(1) Fourcroy et Vauquelin, *Annales de chimie*, t. 64, p. 190.

Sulfate de chaux mêlé de matière animale. .	1 1/2
Eau.	10 1/2
Phosphate de chaux. . . . . . . } Phosphate de fer et de magnésie. }	67
Alumine.	1
Carbonate de chaux.	4
Fluate de chaux.	»
	84 (1)

4. Apjohn et Stokes ont examiné les os fossiles d'une gigantesque espèce d'élan, aujourd'hui anéantie, qu'on trouve en Irlande, et ils y ont reconnu :

Cartilage parfaitement constitué. . . .	48,87
Phosphates de chaux et de magnésie avec fluorure de calcium.	43,45
Carbonate de chaux.	9,14
Peroxyde de fer.	1,02
Silice.	1,14
	103,02 ?

Il y a eu, sans doute, quelque erreur dans la notation des chiffres, puisqu'on trouve un total aussi élevé (2). Il est très-probable aussi que c'est par la calcination qu'ils ont dosé les proportions de la matière animale, et qu'ainsi ils ont confondu avec elle de l'eau hygrométrique, car le chiffre de 48,87 est bien extraordinaire.

5. On doit à M. Lassaigne plusieurs analyses d'os fossiles.

Des dents d'*ours fossile* (ursus spelæus) lui ont donné :

---

(1) Chevreul, *Annales de chimie*, t. 57, p. 45.
(2) Apjohn et Stokes, cités par Berzélius, *Traité de chimie*, 7, p. 483.

Cartilage.	14
Phosphate de chaux. .	70
Carbonate de chaux. .	16
	100 (1)

Des dents fossiles d'*anoplotherium* ne lui ont offert aucune trace de matière organique ; il y a reconnu :

Phosphate de chaux.	37
Fluorure de calcium.	15
Alumine.	10
Silice.	35
Oxydes de fer et de manganèse.	3
	100 (2)

Cette composition est fort remarquable.

Il a aussi examiné une dent molaire d'éléphant, trouvée près l'école d'Alfort, dans le sable, à une profondeur de quinze pieds. Une portion de l'émail était restée sans altération dans son aspect et sa composition chimique ; d'autres parties de cette dent ne différaient de l'état normal que par la perte de la presque totalité de la matière animale, dont elles n'offraient plus que des traces à l'analyse (3).

6. M. Pelouze a présenté à la Société de pharmacie de Paris, à la séance du 7 octobre 1835, quelques échantillons d'os humains qui lui ont été adressés par M. Daudin, de Laon. Ces os, retirés des fouilles d'un couvent, sont supposés appartenir à un ancien abbé de ce monastère, et paraissent enfouis depuis peu plus de quatre cents ans.

(1) Lassaigne, cité par Berzélius, *Traité de chimie*, 7, p. 483.

(2) Lassaigne, cité par Berzélius, *Traité de chimie*, 7, p. 483.

(3) *Journal de chimie médicale*, 4, p. 143. — 1828.

Ils sont d'un aspect bleuâtre, et sont pénétrés jusque dans le centre par des cristaux à base de chaux, dont la composition serait représentée par trois équivalents d'acide phosphorique et quatre de chaux, unis à un peu de gélatine (1).

Tels sont les seuls documents précis que la science possède sur la constitution chimique des os enfouis ou fossiles. Bien que les faits soient peu nombreux, il est permis, toutefois, déjà, d'en tirer cette conclusion : que, de toutes les parties animales, les os sont celles qui se conservent le plus longtemps sous terre sans présenter de grandes variations dans leur composition; que leur matière organique résiste énergiquement à la décomposition, puisqu'on en rencontre encore des quantités appréciables dans les os les plus anciens. On a constaté, en effet, que les os d'hommes et d'animaux, trouvés dans les catacombes de l'Égypte, renferment encore, après trois mille ans, presque tout le tissu cellulaire qui leur est propre. M. de Gimbernat, en 1814, ayant traité, par l'acide chlorhydrique faible, des fragments d'os fossiles de *mammouth* de l'Ohio, et de l'*éléphant* de Sibérie, animaux qui, selon Cuvier, sont morts depuis plus de quatre mille ans, parvint à en extraire la substance animale dont il put former de la gélatine. Celle-ci, de même nature que celle obtenue des os frais de boucherie, fut mangée à la table du préfet de Strasbourg, où, pour la première fois, sans doute, dans notre siècle, on se nourrit d'une matière animale qui existait avant le déluge (2). Toutefois, la matière animale des

(1) *Journal de pharmacie*, 21, p. 612.
(2) *Journal de médecine militaire*, 1, p. 141. — 1815.

os disparaît quelquefois, sans doute lorsque les os sont placés dans certaines conditions d'humidité. De plus, on voit que des matières étrangères aux os pénètrent peu à peu dans leurs pores : alumine, silice, sulfate de chaux, oxydes métalliques ; que le fluorure du calcium augmente en proportion ; que le carbonate de chaux disparaît souvent, et que, d'autres fois, il empâte les os de manière à leur faire prendre l'apparence d'*os pétrifiés*.

Voyons maintenant ce que nos expériences particulières nous ont appris sur le même sujet.

Les os sur lesquels nous avons opéré sont de deux sortes. Les uns sont des ossements humains provenant de sépultures antiques ou de cavernes à ossements ; les autres sont des os d'animaux fossiles qui ont séjourné directement dans le sol. Nous avons, en outre, examiné des écailles, un coprolite et de la chair momifiée trouvée dans un ancien tombeau. Nous allons, d'abord, exposer isolément les faits relatifs à chacun de nos échantillons, puis nous verrons à tirer, de l'ensemble de nos analyses, quelques corollaires généraux.

1. *Fragment de mâchoire inférieure humaine, provenant du tumulus de Fontenay-le-Marmion.* — Le tumulus de Fontenay-le-Marmion, village à deux lieues de Caen, est un vaste sépulcre celtique, évidemment construit de main d'homme, formant un tertre composé de débris calcaires de diverses grosseurs et de blocs de grès d'une grande dimension ; sa base présente une circonférence d'environ 162 mètres 420 millimètres. Deux rangs de tombes, à des distances à peu près égales, traversent le tumulus du nord au sud. Le fond de toutes ces tombes présente une couche

d'argile, épaisse de 677 à 813 millimètres, leur servant de base, et reposant sur le sol primitif. Des ossements humains sont répandus sur cette couche d'argile; les uns ne portent aucune trace de combustion, tandis que beaucoup d'autres sont plus ou moins calcinés, et même réduits en charbon. Les ossements sont recouverts de grandes pierres plates, ajustées avec un soin marqué, pour les préserver du contact de l'air et de l'infiltration des eaux. On reconnaît d'une manière visible cette intention dans la construction de l'enceinte des tombes; toutes les assises de pierre dont elle est composée présentent une inclinaison excentrique, pour faciliter le déversement des eaux hors du monument. Ce célèbre tumulus porte les caractères d'une haute antiquité; il paraît être de beaucoup antérieur à la conquête de César (1).

Le fragment de mâchoire qui nous a été donné par M. E. Deslongchamps, est encore muni de trois dents fort belles et entières; il est d'un brun jaunâtre et très-compacte. Il ne présente aucune trace de l'action du feu. Il est donc en parfait état de conservation, et n'offre aucun indice extérieur de l'action du temps.

Nous l'avons trouvé composé de :

Matière organique ou tissu cellulaire conversible en gélatine. . .	9,95
Sous-phosphate de chaux.	80,59
Phosphate de maguésie.	1,22
Carbonate de chaux.	8,24
	100,00

(1) Voir, pour plus de détail, le *Rapport sur les fouilles du tumulus de Fontenay-le-Marmion*, dans les *Mémoires de la Société des Antiquaires de Normandie*; volume des années 1831, 1832 et 1833, p. 275.

2. *Fragment de mâchoire inférieure humaine, trouvé dans un tombeau gallo-romain, à Blainville, près Caen.* — Le cercueil était en pierre, en forme d'auge, recouvert d'une dalle. Il y avait à peine 30 à 35 centimètres de terre par-dessus.

On a trouvé dans ce lieu beaucoup de tombeaux semblables, avec des ornements en cuivre et des épées.

Le fragment envoyé par M. Deslongchamps est parfaitement conservé; il est muni de quelques-unes de ses dents, nettes e tentières; il est jaunâtre, et percé à sa partie inférieure d'un petit trou.

La composition de cet os se rapproche de celle de la mâchoire trouvée à Fontenay-le-Marmion, puisqu'il nous a donné :

Matière organique ou tissu cellulaire conversible en gélatine. .	9,12
Sous-phosphate de chaux.	80,01
Phosphate de magnésie.	1,91
Carbonate de chaux.	8,96
	100,00

3. *Fragments de tibia retirés du même tombeau que la mâchoire de Blainville.* — Ces fragments sont recouverts de petits cristaux nacrés, développés au milieu de la substance de l'os. M. Deslongchamps dit en avoir plusieurs fois rencontré sur des os humains très-anciens. Il en possède qui proviennent d'os trouvés dans des tombeaux exhumés du chœur de l'église de la Trinité de Caen.

Les fragments d'os sont d'un brun foncé, très-poreux et peu denses. Ils sont composés de :

Matière organique.	4,91
Sous-phosphate de chaux. . .	84,41
— de magnésie.	0,81
Carbonate de chaux.	9,87
	100,00

Les petits cristaux nacrés qui accompagnent ces fragments sont des prismes hexagones; ils sont insolubles dans l'eau, mais entièrement solubles dans l'eau aiguisée d'acide azotique. La dissolution neutralisée donne :

Avec l'ammoniaque.	un précipité blanc de sous-phosphate de chaux.
les sels de plomb.	un précipité blanc.
l'oxalate d'ammoniaque.	un précipité blanc.
l'azotate d'argent. . . .	un précipité blanc.

Ces cristaux, calcinés dans un petit tube, avec du charbon, produisent une masse qui, arrosée d'acide chlorhydrique faible, exhale l'odeur d'hydrogène phosphoré.

Analysés par le procédé de Rose, nous avons reconnu qu'ils consistent entièrement en phosphate sesqui-calcique. La formation de ce sel, aux dépens de la substance de l'os, peut s'expliquer de la manière suivante :

Le phosphate des os, qui a pour formule peut être représenté par	$8\ CaO,\ {}^3R^2\ O^5$
Un atome de phosphate neutre. . . .	$2\ CaO,\ R^2\ O^5$
Plus deux atomes de phosphate sesqui-calcique.	$2\ ({}^3CaO,R^2O^5)$
	$8\ CaO,{}^3R^2\ O^5$

Or, la tendance que possède le phosphate sesqui-calcique à cristalliser est assez grande pour que ce soit une cause suffisante pour opérer, dans le phosphate des os, une réaction moléculaire qui le change en phosphate neutre incristallisable, et

en phosphate sesqui-basique qui s'isole et cristallise. Bien des faits prouvent la mobilité des éléments du phosphate de chaux, et la propriété dont il jouit, de subir de petits changements dans sa constitution; sans ces deux circonstances, il ne pourrait pas remplir, dans l'économie animale et végétale, comme l'observe M. Berzélius, les fonctions qui le rendent si important.

Cette métamorphose du sous-phosphate de chaux des os en deux autres variétés du même sel, opérée sous l'influence de la putréfaction, est un fait fort curieux. Il est à noter que les cristaux de phosphate sesqui-calcique qui se sont ainsi produits à la surface et dans l'intérieur des os enfouis sous terre, sont identiques avec la *phosphorite cristallisée* des minéralogistes, seule variété du phosphate de chaux qui existe dans la nature comme espèce minérale.

4. *Os humains de squelettes celtiques trouvés à Rochemenier, arrondissement de Saumur.* — A la séance du 3 juillet 1840, feu de Stabenrath lut, à l'Académie royale des sciences de Rouen, une notice sur la découverte de sépultures celtiques, dans l'arrondissement de Saumur, commune de Rochemenier (Maine-et-Loire). Six squelettes ont été trouvés dans un sable calcaire coquillier. A côté d'eux étaient des débris de vases de poterie brune, semblables à ceux découverts dans le tumulus de Fontenay-le-Marmion; et, près de l'un des squelettes, placé sous une large pierre, on recueillit la tête d'un cheval. Une partie des ossements *étaient* ou *paraissaient être pétrifiés*.

C'est un de ces ossements que l'Académie nous chargea d'analyser.

L'os qui nous a été remis est très-pesant, dur et cassant. Il est formé de deux matières bien distinctes. L'une a la couleur de la sciure de bois ; elle est très-dure et cassante. L'autre paraît être une espèce de ciment calcaire, recouvrant une partie de l'os, et qui s'est infiltré dans la cavité médullaire ; il est blanchâtre et assez friable.

Nous avons opéré avec soin l'isolement de ces deux matières, pour en faire l'analyse séparément.

A. La substance propre de l'os a la composition suivante :

Tissu cellulaire conversible en gélatine. .	3,8
Sous-phosphate de chaux.	80,2
Carbonate de chaux.	13,2
Phosphate de magnésie.	1,3
Phosphate de fer.	1,5
	100,0

B. L'espèce de ciment calcaire qui enveloppait une partie de l'os, et remplissait toute la cavité médullaire, est formée de :

Carbonate de chaux.	83,75
Silice sableuse.	14,74
Phosphate de chaux. . . . } Phosphate de magnésie. . }	1,51
	100,00

Il est facile de voir que cette matière est le résultat de l'infiltration des eaux du terrain calcaire dans lequel l'os a été enfoui, et que les traces des phosphates qui sont mêlés au carbonate de chaux et à la silice, proviennent des parties organiques, de la moelle et des muscles qui ont disparu par la putréfaction.

Les ossements de Rochemenier ne sont donc pas plus *pétrifiés* que tous ceux examinés jusqu'à

présent. Ils sont simplement *incrustés* d'un sédiment calcaire amené par les eaux.

5. *Os humains trouvés dans un tombeau romain, à Lillebonne* (Seine-Inférieure). — Ces os, que nous devons à l'obligeance de M. Deville, conservateur du Musée des antiquités de Rouen, et membre correspondant de l'Institut, ont été trouvés dans un tombeau romain, non loin du fameux théâtre de Lillebonne. Ils ont une couleur de sciure de bois; ils sont creux, poreux, mais toutefois encore assez durs.

Leur analyse nous a fourni :

Matière organique.	0,81
Sous-phosphate de chaux. .	76,38
Carbonate de chaux. . . .	10,13
Phosphate de magnésie. . .	8,20
Phosphate de fer.	2,58
Silice.	1,90
	100,00

6. *Portion de cubitus gauche humain de la caverne de Mialet* (Gard). — En 1831, on a découvert, à deux lieues au N.-E. d'Anduze, dans la commune de Mialet (Gard), une grotte à ossements dans le calcaire jurassique caverneux. Cette caverne s'appelle la *Grotte du fort*; elle est célèbre dans le pays, parce que, pendant les guerres des Camisards, elle servit souvent de lieu de refuge ou d'assemblée aux pasteurs et aux habitants persécutés. Cette grotte, située sur le bord du Gardon, est ouverte dans une roche dolomitique subordonnée au lias, sur une pente abrupte, et à 30 mètres au-dessus de la vallée. Le lit inférieur de l'intérieur de la grotte est un sable dolomitique recouvert irrégulièrement d'un couche mince stalagmitique, et, çà et là, d'un limon argilo-fer-

rugineux, dont l'épaisseur atteint plus d'un mètre, et adhère en plusieurs points à la voûte et aux parois. C'est dans cette couche, semblable aux graviers diluviens ossifères les plus anciens des cavernes, qu'on a trouvé, en très-grande abondance, des ossements et des têtes d'ours d'une fort belle conservation, avec des débris plus rares d'hyène, de ruminants et d'oiseaux. — Dans les stalagmites, et sous une couche de sable limoneux de 2 à 4 décimètres, ont été rencontrés, en très-grand nombre, des ossements humains dans différentes parties de la grotte. Dans le fond, ils sont incontestablement mêlés avec ceux d'ours, qui prédominent; vers l'entrée, au contraire, ce sont les os humains qui prédominent et qui paraissent être un peu plus récents. Sur le limon ossifère, et sous un petit avancement de roche, a été découvert un squelette humain presque entier, auprès duquel étaient une lampe, une figurine en terre cuite, et, à peu de distance, des bracelets de cuivre; en d'autres points, on a recueilli des débris de poteries grossières, des os travaillés, de petits outils de silex, objets d'une industrie plus grossière que les précédents.

Suivant M. Teissier, les ossements d'ours appartiennent à une époque antédiluvienne; quant aux ossements humains, les uns appartiennent à une époque de civilisation peu avancée (gauloise), les autres à une époque plus avancée (romaine). Il peut y avoir eu séjour prolongé, refuge en temps de guerre, ou sépulture; c'est à cette dernière opinion que s'est arrêté plus volontiers M. Teissier (1).

---

(1) Voir, pour plus de détails : *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 2, p. 21 et 256.

Le cubitus humain que M. Deslongchamps nous a envoyé provient des débris qui sont à l'entrée de la grotte de Mialet. Cet os est friable et cassant, d'un jaune clair. Il est creux et vide dans l'intérieur. Il est léger et très-poreux.

Il nous a donné la composition suivante :

Tissu cellulaire conversible en gélatine.	10,25
Sous-phosphate de chaux.	78,12
Phosphate de magnésie.	2,81
Carbonate de chaux.	8,82
Silice.	*quantité impondérable.*
	100,00

7. *Vertèbre d'enfant, trouvée dans un tombeau gallo-romain, à Rouen.* — Le 1er août 1827, des ouvriers travaillant à une tranchée pour les fondements d'une maison, rue du Renard, n° 20, quartier Saint-Gervais, à Rouen, mirent à découvert, à la profondeur de 2 mètres 59 centimètres, un cercueil de plomb qui renfermait le squelette d'un enfant de 12 à 13 ans au plus. Ces ossements offraient tous, surtout les clavicules et le crâne, la plus brillante couleur du vert minéral, et cette coloration avait pénétré dans toute leur substance, jusque dans les parties spongieuses. Le cercueil, formé d'un alliage de plomb et d'étain, ainsi que l'a reconnu Dubuc père, sans aucune trace de cuivre, était épais, parfaitement soudé, et son intérieur ne renfermait d'autre portion de cuivre qu'une médaille en bronze de Posthume père. Houtou de La Billardière constata que la coloration du squelette était due au cuivre. E.-G. Langlois, qui a publié une notice intéressante sur la découverte de ce tombeau gallo-romain, et qui a longuement parlé de ces ossements si curieux par

leur belle teinte verte (1), suppose, mais sans étayer cette supposition d'aucune preuve, que cette coloration peut provenir d'une préparation conservatrice employée quelquefois par les anciens, pour empêcher la destruction des ossements de leurs morts. Le vicomte de Guiton-Villeberge lui a appris qu'il avait déjà vu, en Italie, des os colorés en vert, et que les chimistes de ce pays regardaient cette espèce de vernis conservateur comme le produit de la vapeur d'une préparation de vert-de-gris et de bitume. Le même antiquaire a vu aussi des ossements colorés en jaune, au moyen d'une préparation de soufre; tous ces débris étaient quelquefois mêlés à des ossements de chien. On ne les croyait pas antérieurs à l'époque où les Romains cessèrent de brûler leurs morts.

Un autre tombeau, trouvé en 1828, à peu de distance de celui dont il vient d'être question, renfermait le squelette d'un enfant de 2 à 3 ans, dont plusieurs ossements étaient à peu près de la teinte des premiers. On ne trouva, dans ce tombeau, qu'un petit hochet en bronze, d'un volume peu considérable. La partie inférieure du squelette, qui enétait la plus éloignée, offrait seule une teinte verte.

Nous devons à l'amitié de M. A. Pottier, conservateur de la Bibliothèque publique de Rouen, une des vertèbres du premier squelette. Cette vertèbre est précisément celle que Langlois a figurée dans la planche première de sa curieuse notice

(1) E.-H. Langlois. — *Notice sur des tombeaux gallo-romains découverts à Rouen, dans le cours des années* 1827 *et* 1828. (Séance publique de la Société libre d'Emulation de Rouen, vol. de 1828, p. 158.)

(figure *ee*). Malgré l'intérêt qui s'attache à la conservation d'un os aussi remarquable par sa belle coloration et sa parfaite intégrité, nous n'avons pas balancé à en sacrifier une partie, afin de reconnaître sa constitution chimique.

Cet os, d'un vert de chrôme, offre une surface luisante et polie ; son intérieur, aussi coloré que l'extérieur, est très-poreux ; il est fort dur, mais d'une faible densité.

Réduit en poudre, et traité par l'acide azotique, à une douce chaleur, il s'est décoloré entièrement après une assez vive effervescence. Le résidu s'est dissous entièrement dans l'acide chlorhydrique bouillant. La liqueur azotique, colorée en vert clair, a donné toutes les réactions d'un sel de cuivre, et, au moyen d'une lame de fer, nous en avons fait déposer du cuivre métallique très-pur.

L'os ne renfermait pas la moindre trace de matière organique. Voici sa composition, qui est très-remarquable :

Sous-phosphate de chaux. .	78,29
Carbonate de chaux.	10,49
Phosphate de magnésie. . . .	7,91
Carbonate de cuivre.	3,31
	100,00

D'où peut provenir l'énorme quantité de carbonate de cuivre qui pénètre et colore si profondément cet os? Lorsqu'on songe que tout le squelette offrait cette même coloration, on peut difficilement admettre que la médaille de Posthume, à peine oxydée, et conservant les principales formes de ses reliefs sur les deux faces, ait été l'unique agent de l'effet dont il s'agit.

8. *Os métacarpien d'ours fossile de la caverne*

de Mialet (Gard). — Ainsi que nous l'avons dit précédemment, on a trouvé, dans la caverne de Mialet (Gard), un grand nombre d'ossements d'ours, qui indiquent, par leurs dimensions, une plus grande taille de l'*ursus spelæus*. M. E. Deslongchamps nous a envoyé un fragment de ces ossements; il est très-bien conservé; il a une couleur jaune et une densité peu considérable.

Voici sa composition :

Eau hygrométrique.	1,30
Matière organique.	7,17
Sous-phosphate de chaux. .	75,45
Phosphate de magnésie. . .	2,81
Carbonate de chaux.	12,18
Fluorure de calcium.	1,09
	100,00

9. *Défense fossile d'éléphant, de Saint-Pierre-sur-Dives* (Calvados). — M. E. Deslongchamps nous a adressé des fragments de fossile d'éléphant, trouvés dans un terrain d'alluvion, aux environs de Saint-Pierre-sur-Dives (Calvados). Ces fragments, d'un blanc éclatant, ressemblent à de la craie dure. L'ongle les entame facilement. Leur densité est de 1,0806.

Ils sont ainsi composés :

Matière organique. . .	*traces impondérables.*
Sous-phosphate de chaux.	75,95
Carbonate de chaux.	18,40
Phosphate de magnésie.	3,05
Fluorure de calcium.	2,64
	100,00

Ces os, comme on le voit, ressemblent à des os calcinés par leur composition. Il est remarquable qu'ils ne renferment pas de silice.

10. *Vertèbre de plesiosaurus ou de dolicho-*

deirus. — Cette vertèbre, trouvée dans l'argile de Dives (Oxfordclay), du terrain jurassique, est très-pesante, et d'un brun noir; elle ressemble presque à un minerai de fer; sa surface est couverte de petites mousses roses et verdâtres. Elle est très-dure, et on ne peut la briser en petits fragments que par des chocs répétés. Sa densité est de 2,635.

Nous la devons à M. E. Deslongchamps.

Elle est ainsi composée :

Eau hygroscopique	2,20
Tissu cellulaire conversible en gélatine	4,80
Sous-phosphate de chaux	54,20
Phosphate de magnésie	4,61
de fer	6,40
Carbonate de chaux	10,17
Fluorure de calcium	2,11
Silice	9,21
Alumine	6,30
	100,00

Cet os est remarquable par la grande quantité de phosphate de fer qu'il renferme, et surtout par la présence d'une aussi forte proportion de silice et d'alumine.

11. *Tissu spongieux d'un grand os du Pœkilopleuron Bucklandii.* — Au mois de juillet 1835, M. E. Deslongchamps a découvert, dans les carrières de la Maladrerie, calcaire de Caen (terrain jurassique), un très-grand nombre d'ossements, qu'avec une patience et une sagacité peu communes, il a reconnus appartenir à un grand saurien, qui n'a plus aujourd'hui d'analogue, et qui est intermédiaire entre les crocodiles et les lézards. Il a donné à cette nouvelle espèce de reptile fossile, dont la longueur devait être de 8

mètres 12 centim. à 9 mèt. 75 centim., le nom de *Pœkilopleuron Bucklandii* (1).

L'échantillon d'os dont nous donnons ici l'analyse, ressemble à une fine éponge; tout son tissu est criblé de petits trous. On n'y distingue pas de partie médullaire. Sa couleur est celle de la sciure de bois.

Il est formé de :

Eau hygroscopique. .	*quantité insensible.*
Matière organique.	1,25
Sous-phosphate de chaux.	74,80
Carbonate de chaux.	20,43
Fluorure de calcium.	1,50
Phosphate de fer.	1,21
Silice.	0,81
	100,00

12. *Tissu compacte d'un grand os du Pœkilopleuron Bucklandii.* — Cet échantillon a la même apparence que le précédent; seulement il est plus compacte, plus dense. Sa composition est peu différente.

Il est formé de :

Eau hygroscopique. . .	*quantité insensible.*
Matière organique.	1,30
Sous-phosphate de chaux.	71,12
Carbonate de chaux.	25,31
Fluorure de calcium.	0,86
Phosphate de fer.	0,12
Silice.	0,29
	100,00

13. *Portion de côte d'Ichtyosaurus, de Dives*

(1) Voir, pour plus de détails, le Mémoire très-remarquable qu'il a publié sur ce fossile, dans le 6e volume des *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie.*

(Calvados). — Les côtes d'ichtyosaurus (vache noire), trouvées dans l'argile de Dives, du terrain jurassique, sont excessivement dures, très-denses, grisâtres, et elles rendent un son pour ainsi dire métallique. Quand on casse une de ces côtes en deux, on voit que la moelle a été entièrement remplacée par une substance cristalline qui n'est autre chose qu'un mélange de silice et de carbonate de chaux.

L'échantillon analysé, que nous devons à M. E. Deslongchamps, ainsi que les suivants, est composé ainsi qu'il suit :

Eau hygroscopique. . .	*quantité insensible.*
Matière organique.	1,34
Phosphate de chaux.	46,00
Phosphate de magnésie.	1,00
Carbonate de chaux.	31,09
Phosphate de fer et de manganèse.	16,11
Fluorure de calcium.	1,25
Silice.	3,21
	100,00

La dureté et la densité de ces os sont dues à l'énorme proportion de phosphates métalliques qu'ils renferment. C'est la première fois que nous trouvons, dans les os, une aussi grande quantité de phosphates de fer et de manganèse.

14. *Portion de côte d'Ichtyosaurus de la craie chloritée.* — Les côtes trouvées dans la craie chloritée, du terrain crayeux, sont moins dures que les précédentes ; elles sont d'un gris jaunâtre. Elles sont entourées d'un ciment calcaire parsemé de petits fragments de silice.

Un échantillon nous a donné, à l'analyse :

Eau hygroscopique. . .	*quantité insensible.*
Matière organique.	8,19
Phosphate de chaux.	76,00
de magnésie.	1,08
de fer.	0,70
Carbonate de chaux.	10,00
Fluorure de calcium.	1,02
Silice.	3,01
	100,00

15. *Fragments d'os de la tête de l'Ichtyosaurus.* — Ces fragments, trouvés à Caen, dans le calcaire du terrain jurassique, sont très-denses. Ils ont une couleur de sciure de bois.

Nous les avons trouvés composés de :

Eau hygroscopique. . .	0,60
Matière organique. . . .	7,07
Phosphate de chaux. . .	70,11
de magnésie.	1,45
Carbonate de chaux. . .	17,12
Fluorure de calcium. .	1,65
Silice.	2,00
	100,00

16. *Os de lamentin, du terrain tertiaire des environs de Valognes.* — Voici la note que M. E. Deslongchamps a jointe à l'échantillon qu'il nous a envoyé sous le nom d'*Os de lamentin.*

« On donne ce nom à des os roulés, indéterminables, qui se trouvent assez souvent dans les terrains tertiaires du département de la Manche, et ailleurs. C'est leur grande compacité qui a décidé à les faire rapporter au lamentin. Mais cette détermination ne peut être rigoureuse, puisque, non-seulement les lamentins, mais encore les dugongs, les morses, les oatries ont leurs os d'une excessive compacité. Ces os fossiles appartiennent, suivant toute analogie, à ces grands mammifères

marins qui se distinguent des cétacés ordinaires, précisément par la compacité de leurs os. Les cétacés ordinaires ont les leurs entièrement celluleux ; mais rien n'indique non plus que les os des environs de Valognes n'appartiennent pas à quelque genre inconnu, voisin de ceux que j'ai cités plus haut.

« Somme toute, on peut étiqueter ces os : *Os fossiles des mammifères marins, voisins des lamentins.* »

Les os que nous avons examinés sont très-denses, et d'une grande compacité. Ils ont une couleur d'un jaune brunâtre.

Ils sont ainsi composés :

Matière organique.	0,00
Phosphate de chaux.	76,40
Phosphates de fer et de manganèse.	5,71
Carbonate de chaux.	9,12
Fluorure de calcium.	0,97
Silice.	7,80
	100,00

17. *Fragment roulé, non fossile, très-probablement de l'Otarie à crinière, du détroit de Magellan.* — Cet os a tout à fait l'apparence d'un fragment de pierre siliceuse arrondie, et l'on ne s'aperçoit de sa texture organique et cellulaire, qu'en l'examinant attentivement. Il est compacte et très-dur. Il est complétement infiltré. D'un côté, surtout, l'infiltration des substances siliceuses est telle, que cette partie semble ne former qu'un morceau de silice blanche. Une partie de l'os silicifié présente des zones verdâtres analogues à celles que l'on remarque dans le fluorure de calcium, et, en effet, nous y avons reconnu ce sel

en grande quantité, associé à beaucoup de silice libre.

La partie moins infiltrée a la composition suivante :

Matière organique.	1,17
Phosphate de chaux. . . .	61,19
— de magnésie. . .	0,95
Carbonate de chaux. . . .	14,48
Silice et fluorure de calcium.	22,21
	100,00

Nous devons cet échantillon à M. E. Deslongchamps.

18. *Fragments d'écailles de Téléosaurus.* — Ces écailles, trouvées par M. E. Deslongchamps à Allemagne, aux portes de Caen, dans le calcaire jurassique, nous ont offert la composition suivante :

Matière organique. . .	1,50
Phosphate de chaux. .	72,36
— de magnésie.	1,46
— de soude. . .	2,91
Carbonate de chaux. .	11,27
Silice.	10,50
	100,00

19. *Moitié d'écaille, non fossile, du Crocodile vulgaire du Sénégal.* — Cette écaille, parsemée de trous larges et profonds, ressemble à de l'ivoire ou à une pierre siliceuse. Nous la devons à M. E. Deslongchamps.

Elle est composée de :

Matière organique. . .	1,15
Phosphate de chaux. .	70,90
— de soude. .	3,25
— de magnésie.	1,20
Carbonate de chaux. .	10,27
Silice.	13,21
	100,00

20. *Coprolite d'Ichtyosaurus de Lyme-Regis, en Angleterre.*—Le professeur Buckland a établi, le premier, en 1829, d'après une suite immense d'échantillons, que les os fossiles nommés *pierres de bézoard*, qui abondent à Lyme-Regis, dans le lias, avec les os de l'ichtyosaurus, sont les fœces de cet animal, et il leur a donné le nom de *coprolites.* Pour la grandeur et la forme, ils ressemblent à des cailloux allongés, ou à des pommes de terre, variant, en général, de 5 à 10 centimètres de longueur, et de 2 à 5 centimètres de diamètre. Quelques-uns sont plus larges; d'autres sont plus petits. Leur couleur est d'un gris noirâtre; leur substance ressemble à une argile durcie, d'une texture compacte et terreuse. On trouve, en abondance, des os et des écailles de poissons dans ces coprolites. Dans plusieurs squelettes entiers d'ichtyosaurus, trouvés dans le lias, les coprolites sont au milieu des côtes, et près du bassin; ils devaient être enfermés dans le corps de l'animal au moment de sa mort.

Le docteur Brant a affirmé que la composition chimique des coprolites approche de celle de l'*Album græcum.* Suivant le docteur Prout, les coprolites renfermeraient du phosphate de chaux et du carbonate de chaux, avec de légères et variables proportions de fer, de soufre et de matières charbonneuses. Les proportions relatives des ingrédients principaux semblant différer un peu dans divers échantillons, et même dans différentes parties du même échantillon, le docteur Prout n'en a pas essayé d'analyse rigoureuse; mais le phosphate de chaux formerait une moitié des trois quarts de la masse totale. Le chimiste anglais se réunit au professeur Backland, dans la

croyance que tous les coprolites proviennent d'os digérés (1).

M. E. Deslongchamps nous a donné un coprolite de Lyme-Regis, qui lui avait été remis par le docteur Buckland lui-même. Ce coprolite, qui a la grosseur d'une petite noix, une couleur brune foncée, et une très-grand dureté, est pénétré d'écailles de poisson, en partie noires et en partie brillantes. L'analyse chimique que nous en avons faite corrobore tout à fait cette opinion, que les coprolites sont des excrétions urinaires et fécales, analogues aux urines boueuses des serpents et autres reptiles de notre époque, puisque nous y avons trouvé des urates alcalins, en proportions très-notables. Voici la composition du coprolite que nous avons examiné :

Phosphate de chaux (beaucoup).
Carbonate de chaux.
Urate d'ammoniaque.
— de chaux.
Silice.
Oxalate de chaux (en petite quantité).
Sulfate alcalin.
Ecailles de poisson.

C'est le phosphate de chaux qui prédomine dans la masse; les autres substances sont citées dans l'ordre de leur plus grande proportion. Nous n'avons pas cru devoir faire une analyse quantitative, par la raison qu'il n'y a aucune homogénéité dans la masse du coprolite, et que chaque échantillon doit présenter de grandes variations dans les rapports de ses principes constituants.

(1) Lettre du docteur Buckland à M. de Férussac; Oxford, 12 août 1829. — *Bulletin des sciences naturelles et de géologie*, 2e section du Bulletin universel du baron de Férussac, t. 19, p. 29-31.

21. *Chairs momifiées, provenant de cadavres inhumés dans l'eglise de Saint-Pierre de Caen.* — A ce curieux débris de la putréfaction, était jointe la note suivante, de M. E. Deslongchamps :

« Je vous envoie de la chair momifiée provenant de cadavres qui ont été inhumés dans un caveau placé sous le chœur de l'église de Saint-Pierre de Caen.

» Tout porte à croire que ce caveau est celui où Nicolle Langlois et sa femme ont dû être déposés en 1317, année de leur décès. Nicolle Langlois était, comme on sait, trésorier de l'église ; ce fut par ses soins que la tour de l'église, si remarquable par ses belles proportions, fut édifiée.

» En 1836, de grands travaux, nécessités pour refaire les fondements des piliers du chœur, forcèrent d'ouvrir le caveau central situé au-devant du maître-autel. Je descendis dans ce caveau, accompagné de M. l'abbé Varin, alors vicaire de la paroisse. Il s'y trouvait deux cercueils en plomb, couchés l'un à côté de l'autre (les pieds tournés vers le maître-autel), supportés sur deux grosses barres de fer coudées, et presque complétement oxydées. Sous les cercueils étaient des débris noirâtres et pulvérulents, provenant probablement des cercueils de bois qui renfermaient ceux de plomb.

» Ces derniers étaient ouverts en dessus par une fente longitudinale. L'on sait que, pendant la révolution, en 1793 et 1794, ce caveau avait été ouvert, dans l'espérance, sans doute, d'y trouver des objets précieux. On fendit longitudinalement le couvercle, et, après avoir visité l'intérieur, on

rapprocha les deux bords de la solution de continuité. Ce qu'il y a d'étonnant, c'est que les Vandales aient laissé les cercueils de plomb.

» Leur longueur était à peu près semblable, mais l'un d'eux était plus ample que l'autre par sa largeur et sa hauteur. Celui-ci renfermait les ossements d'une femme, ce que la forme des os coxaux rendait très-évident ; d'ailleurs, tous les os du squelette étaient petits, grêles, quoique bien conservés. Avec les os, et autour d'eux, étaient des *masses* noirâtres, molles, ressemblant à de la tourbe que l'on vient d'enlever de la tourbière. Je vous en envoie quelques-unes, devenues friables en se desséchant.

» L'autre cercueil, plus étroit, contenait les ossements d'un homme. Sauf les moyens d'union, qui n'existaient plus, les os étaient à peine dérangés ; ils n'étaient point recouverts ou entremêlés de masses noirâtres, comme dans le premier cercueil, mais le fond du second était enduit d'une sorte de bouillie noire, peu épaisse, résultat, sans aucun doute, de la destruction des chairs. Je recueillis une petite quantité de cette bouillie, qui est devenue fort dure en se desséchant. Je vous en envoie un tout petit échantillon, enveloppé dans du papier de soie.

» Ces deux cercueils étaient recouverts, en dehors et en dedans, d'une croûte blanchâtre, formée, sans doute, de carbonate de plomb. »

1. *Analyse de la substance noire provenant du cercueil de la femme.* — Cette substance, analogue à celle que les anciens chimistes ont désignée sous le nom de *terreau animal*, est bien certainement le résidu solide de la putréfaction de toutes les parties molles et liquides des cada-

vres, et notamment de la chair qui en fait la majeure partie. Elle est d'un noir rougeâtre, en masse poreuse et friable, ressemblant assez à du terreau consommé ou à certaines variétés de tourbes; elle est parsemée de particules terreuses d'un blanc grisâtre, qui ne sont autre chose qu'un mélange de carbonate et de phosphate de chaux. Elle brûle difficilement, en répandant une odeur désagréable, ammoniacale, et elle laisse un résidu salin s'élevant à 39 pour 100 de la masse totale.

L'eau bouillante se colore sensiblement par son contact avec cette substance; elle lui enlève 2,72 pour 100 de matières salines qui consistent en carbonate de potasse, chlorures de sodium et de potassium, sulfate de potasse, phosphate de soude, et un sel ammoniacal, avec des traces d'une matière organique précipitable en flocons rouges bruns par les acides.

L'éther alcoolisé lui enlève 12,71 pour 100 de matières organiques, qui consistent en savon ammoniacal et en une espèce de résine non soluble dans les alcalis.

L'acide azotique se colore rapidement en rouge foncé, par son contact avec la chair momifiée.

Traitée par une solution de potasse faible et bouillante, elle s'y dissout en partie, en répandant une odeur ammoniacale, et en se colorant en brun rouge. Les acides précipitent de sa solution une poudre d'un brun rouge, très-légère, volumineuse, cristalline, qui, après sa purification à l'alcool éthéré et à l'eau, et sa dessiccation, ressemble tout à fait, par l'ensemble de ses caractères, à la substance que Polydore Boullay a

désignée sous le nom d'*acide azulmique* (1), et qu'à l'exemple de M. Thénard, il serait plus rationnel d'appeler *azulmine*, puisqu'elle ne sature pas les alcalis. Comme ce principe immédiat azoté, de la famille du cyanogène, notre substance donne, par la calcination dans un tube, du cyanhydrate d'ammoniaque et du charbon.

Nous en avons extrait jusqu'à 35,17 pour 100 de la chair momifiée.

Pour lever tous nos doutes sur la nature de cette nouvelle substance, nous l'avons soumise à l'analyse élémentaire. Voici les résultats que nous avons obtenus :

I. $0^{gr},261$ de matière séchée à 100°, ont donné $0^{gr},40$ d'eau, qui représentent 1,68 pour 100 d'hydrogène ; et $0^{gr},474$ d'acide carbonique, qui représentent 50,23 pour 100 de carbone.

II. $0^{gr},311$ de matière séchée à 100°, ont fourni, par le procédé de Warentrapp et Will, $2^{gr},36$ de chloroplatinate d'ammoniaque, ce qui correspond à 47,90 pour 100 d'azote.

D'où il résulte que 100 parties de cette matière sont composées de :

Carbone.	50,23
Hydrogène.	1,68
Azote.	47,90
	100,00

L'azulmine de Boullay renferme, d'après ce chimiste :

Carbone.	50,67
Hydrogène.	1,69
Azote.	47,64
	100,00

(1) Polydore Boullay. — Mémoire sur l'ulmine et sur l'acide azulmique ; *Journal de pharmacie*, 16, p. 165.

On voit qu'il y a identité absolue des deux matières, qu'on peut représenter par la même formule C^5Az^2H.

Dans le résidu de l'incinération de la chair momifiée, nous avons trouvé une proportion notable de plomb provenant évidemment du carbonate de plomb détaché par l'oxydation des parois du cercueil.

Voici, en résumé, toutes les substances que la chair momifiée nous a présentées, sur 100 parties :

Eau hygrométrique	10,40
Acide azulmique	35,17
Azulmate d'ammoniaque.	
Carbonate de potasse	
Chlorure de potassium	2,72
— de sodium	
Sulfate de potasse	
Phosphate de soude	
Savon ammoniacal	12,71
Matière résinoïde	
Phosphate de chaux	
Carbonate de chaux	39,00
— de plomb	
Silice fine et sable siliceux.	
	100,00

2. *Substance noire provenant du cercueil de l'homme.* — Cette substance, plus foncée en couleur, et plus dure que la précédente, nous a offert les mêmes caractères et la même composition.

Remarques et déductions.

Essayons maintenant de tirer des faits que nous venons d'exposer, quelques conséquences générales qui nous permettent de bien préciser les altérations que les os subissent pendant leur séjour

prolongé en terre. Bien que nous ne possédions pas, comme éléments de comparaison, de bonnes analyses d'os récents des animaux d'espèces différentes, et que nous n'ayons jusqu'ici que fort peu de données exactes sur le nombre et les proportions relatives des divers matériaux du tissu osseux, il est néanmoins possible, en rassemblant toutes les connaissances acquises sur ce sujet, de formuler plusieurs déductions rigoureuses. Voici celles que nous croyons pouvoir établir sans trop de témérité.

1. Dans tous les terrains, les os, au bout d'une période de temps plus ou moins longue, éprouvent des modifications profondes dans leur constitution chimique. Leurs principes changent de rapport; les uns augmentent, les autres diminuent en quantité; certains disparaissent; et quelquefois aussi de nouveaux viennent s'ajouter à ceux qui préexistaient.

2. Les os résistent d'autant plus longtemps, toutefois, à la décomposition, qu'ils sont placés dans des terrains plus secs, et qu'ils sont soustraits plus complétement à l'action de l'air et de l'eau. — Dans les sols sableux, dans les sols calcaires, ils présentent généralement moins d'altération que dans les sols argileux, toujours plus ou moins humides, au moins dans la première partie de leur épaisseur. Le degré d'altération qu'ils offrent ne dépend, en aucune manière, de l'âge de la couche minérale dans laquelle ils sont enfouis, mais uniquement des conditions de sécheresse et d'humidité auxquelles ils ont été soumis pendant la durée de leur enfouissement. C'est ainsi que les os fossiles des terrains secondaires sont fort souvent beaucoup moins modifiés dans leur consti-

tution que les os fossiles des terrains plus modernes. C'est encore ainsi que, dans certaines cavernes à ossements, les os s'y sont conservés presque instacts, tandis que dans d'autres cavernes de terrains de même formation, les os sont profondément altérés; ce qui tient uniquement, comme toutes les circonstances le démontrent, à ce que, dans les premières, une cause quelconque a mis obstacle au séjour de l'eau, tandis que, dans les secondes, l'eau a pu y pénétrer, et s'y renouveler facilement.

3. L'altération porte principalement sur la matière organique ou le tissu cellulaire conversible en gélatine. Elle est quelquefois intacte, mais ordinairement plus ou moins modifiée. Sa proportion est toujours inférieure à celle qui existe dans les os récents, mais cette proportion est elle-même très-variable; parfois elle manque complétement. Cela arrive surtout dans les os qui ont eu le contact de l'air, ou qui ont été enfouis dans des terrains humides, ou traversés par des filets d'eau. L'ammoniaque provenant de la décomposition d'une partie de la matière organique, saponifie le reste, et le rend soluble dans l'eau. Cette action, du reste, est d'autant plus lente, qu'elle s'exerce sur des os plus compactes et plus épais.

4. Dans les os humains anciennement enfouis, aussi bien que dans les os fossiles d'animaux, il y a toujours une bien plus grande quantité de sous-phosphate de chaux que dans les os récents. — Dans certaines circonstances, qui ne sont pas connues, ce sel éprouve des modifications curieuses, par suite desquelles il se trouve converti, en grande partie, en phosphate sesqui-calcique qui cristallise en petits prismes hexagones à la surface des

os. Cette transformation s'effectue sans perte ni accroissement de principes, et uniquement par un simple changement dans les rapports ou la position des atomes élémentaires du sel; de telle manière que le sous-phosphate des os, qui a une composition anormale, $8CaO, 3P^2O^5$, donne naissance à deux nouvelles variétés plus stables : phosphate neutre et phosphate sesqui-basique, dont la production s'explique aisément au moyen de l'équation suivante :



$$8CaO, 3P^2O^5 = (2CaO, P^2O^5) + 2\,(3CaO, P^2O^5).$$

C'est très-probablement la tendance du phosphate sesqui-calcique à cristalliser qui provoque sa formation.

Fourcroy et Vauquelin disent avoir constaté, dans les mêmes circonstances, la production du phosphate acide de chaux; mais ce dernier fait laisse des doutes.

C'est certainement aux dépens du sous-phosphate de chaux des os, que sont formés, sans doute par voie de double décomposition, les phosphates de fer et de manganèse, et parfois le phosphate de magnésie, qu'on rencontre en proportions généralement plus fortes, dans les os fossiles, que dans les os récents.

M. Berzélius dit, dans son *Traité de chimie* (t. 7, p. 474), qu'il n'est pas certain que la magnésie soit à l'état de phosphate magnésique dans les os récents, et qu'il est probable qu'elle ne s'y trouve qu'à l'état de carbonate. Nos expériences nous ont démontré que, dans les os récents, aussi bien que dans les os fossiles, la magnésie est toujours combinée à l'acide phosphorique. Il n'y a aucune trace de carbonate de ma-

gnésie dans ces deux sortes d'os, comme il est facile de s'en convaincre en les traitant, après leur calcination, par l'acide acétique.

5. Dans les animaux fossiles, il y a toujours plus de carbonate de chaux que dans les os humains anciennement enfouis, et, dans ces derniers, la proportion du carbonate calcaire est généralement plus faible que dans les os récents. L'abondance de ce sel dans les os fossiles provient-elle d'infiltrations calcaires, ou de ce que les animaux anté-diluviens avaient un tissu osseux plus riche en carbonate de chaux que les animaux de l'époque actuelle? C'est là une question qu'il n'est pas facile de résoudre. Cependant, lorsqu'on voit, par nos analyses, que les os de l'*ichtyosaurus* trouvés dans les sols calcaires, ne contiennent que 10 à 17 pour 100 de carbonate de chaux, tandis que les mêmes os, trouvés dans l'argile de Dives, renferment jusqu'à 31 pour 100 du même sel; lorsqu'on voit, d'un autre côté, que des os humains (ceux de Rochemenier, 4), qui, évidemment, ont été lavés par des eaux calcaires, puisqu'ils sont enveloppés d'une couche de ciment calcaire, offrent à l'analyse plus de carbonate de chaux que les autres espèces d'os humains anciens, on est porté à admettre que c'est par voie d'infiltration que le sel calcaire est devenu si prédominant dans les os fossiles.

6. Nous n'avons pu reconnaître la moindre trace de fluorure de calcium dans les os humains anciennement enfouis, tandis que nous en avons trouvé dans les os des animaux fossiles.—L'existence de ce sel dans les os récents d'hommes et d'animaux, est plus que douteuse. Fourcroy et Vauquelin n'ont pu l'y découvrir, quoiqu'ils l'aient

bien constaté dans l'ivoire fossile. Morichini et M. Berzélius sont, pour ainsi dire, les seuls chimistes qui en aient accusé la présence dans les os récents. Nous l'y avons vainement cherché, et M. Rées n'a pas été plus heureux que nous. Ce dernier chimiste affirme qu'il n'y a point de composés fluoriques dans les matières vivantes, et il prétend que ce qui a induit en erreur à cet égard, c'est le procédé suivi pour rechercher l'acide fluorique, procédé qui a fait prendre pour cet acide l'acide phosphorique qu'entraîne à la distillation l'acide sulfurique qu'on fait réagir sur les os (1). Il est bien difficile d'admettre qu'un chimiste aussi exercé que M. Berzélius ait pu commettre une pareille méprise. Quoi qu'il en soit, il ressort toujours de ces faits contradictoires que la présence du fluorure de calcium dans les os récents, s'il y en a réellement, est purement accidentelle et non constante, et que, puisque ce sel existe dans tous les os fossiles, il faut nécessairement qu'il y parvienne par voie d'infiltration du dehors, car la *minéralisation* ou la *fossilisation* n'a pas plus le pouvoir de créer des matières minérales de toutes pièces, que la force vitale, dans les organes vivants.

De la présence constante du fluorure de calcium dans les os fossiles proprements dits, et de l'absence ou de l'extrême rareté de ce sel dans les os récents, on peut tirer un caractère certain pour prononcer sur l'origine des ossements enfouis dans les cavernes ou dans les couches minérales du sol. Lors donc que l'analyse démontre, dans un osse-

---

(1) *Edinb. Journ.*, janvier 1848. — *The Athenæum*, 1839, p. 675.

ment inconnu, du fluorure de calcium en proportions notables, il y a mille à parier contre un que c'est un os fossile d'animal anté-diluvien, et non un os humain. Nous n'hésitons pas, d'après cela, à considérer comme *fossile* le fragment roulé de l'otarie à crinière du détroit de Magellan, que M. Deslongchamps nous a envoyé sous l'étiquette d'*os non fossile*, car nous y avons trouvé une énorme proportion de fluorure de calcium (analyse 17).

7. La silice et l'alumine, qu'on trouve dans beaucoup d'os fossiles ou anciennement enfouis, et parfois en très-fortes quantités, sont pour ainsi dire étrangères à la constitution des os, et viennent manifestement du sol.

8. La coloration de certains os anciennement enterrés, ou de quelques os fossiles, n'est pas toujours due à la même substance. Il y a des os humains (analyse 7) dont la belle couleur verte est due à du carbonate de cuivre. Fourcroy et Vauquelin ont trouvé des os dont la couleur pourpre était due à une matière colorante organique soluble dans l'eau et dans l'alcool (*voyez* page 3 de ce Mémoire). M. Léchaudé d'Anisy cite, et Langlois a figuré des os provenant des tombeaux de la Sainte-Trinité de Caen, qui offraient une belle couleur violette; ces os, présumés appartenir à quelques-unes des abbesses de ce magnifique monastère, mortes dans le cours du treizième siècle, devaient leur coloration à une substance de nature végétale, tout à fait analogue à la couleur bleue des fleurs, ainsi que MM. Labillardière et Morin, de Rouen, l'ont constaté. M. Léchaudé d'Anisy mentionne encore, comme offrant la même teinte, les ossements de la reine Mathilde,

femme de Guillaume le Conquérant, morte en 1003, et dont le tombeau fut profané par les calvinistes, en 1562, et, de plus, quelques autres squelettes trouvés au milieu des terres de la salle capitulaire de la Sainte-Trinité de Caen (1). — Les *turquoises de la Nouvelle-Roche*, ces pierres précieuses qui ne sont autre chose que des fragments d'ivoire fossile, des dents ou autres débris osseux d'animaux fossiles, doivent leur couleur bleue, bleu verdâtre ou verte, non à de l'oxyde de cuivre, comme on l'a cru pendant longtemps, mais à du phosphate de fer. C'est ce que Bouillon-Lagrange a démontré en 1806. Voici la composition que ce chimiste assigne à la *turquoise de la Nouvelle-Roche* des bijoutiers :

Sous-phosphate de chaux. .	80,0
Carbonate de chaux.	8,0
Phosphate de fer.	2,0
— de magnésie. . . .	2,0
— de manganèse. . .	*traces*.
Alumine.	1,5
Eau et perte.	6,5
	100,00 (2)

On sait que le *fer phosphaté terreux* des minéralogistes, dont la couleur est d'abord d'un blanc grisâtre, passe au bleu d'indigo ou au bleu de smalt par le contact de l'air. Guyton de Morveau

(1) Voir, pour plus de détails, la notice déjà citée de Langlois, *sur des tombeaux gallo-romains découverts à Rouen*, p. 165 de la séance publique de la Société d'Emulation de Rouen, pour 1828.

(2) Bouillon-Lagrange. — Analyse d'une substance connue sous le nom de *Turquoise*. — *Annales de chimie*, t. 59, p. 180.

a vu que des os fossiles prenaient au feu une couleur analogue à celle des turquoises; que, digérés dans une eau alcaline, ils tournaient au bleu, et que ce bleu variait de nuance en passant du bleu verdâtre au bleu foncé. Fourcroy et Vauquelin ont aussi observé que des os calcinés fortement prenaient souvent une teinte bleuâtre, en raison du phosphate de fer qu'ils contenaient. Ces faits, et plusieurs autres, prouvent donc que la coloration bleue ou verte de certains ossements anciens ou fossiles, peut être due aussi au phosphate de fer.

9. Les concrétions connues des géologues sous le nom de *Coprolites*, sont bien, ainsi que l'avait pensé le professeur Buckland, des excréments, ou plutôt des excrétions urinaires et fécales des ichtyosaurus et autres grands reptiles fossiles, analogues aux urines boueuses des serpents et autres reptiles de notre époque, puisque nous y avons trouvé des urates alcalins en proportions très-notables, accompagnés de phosphate, de carbonate et d'oxalate de chaux. La composition de ces coprolites les rapproche tout à fait du *Guano* des îles de la mer du Sud.

10. La chair momifiée, ou plutôt le dernier résidu de la putréfaction des cadavres, ce qu'on appelle enfin vulgairement le *terreau animal*, renferme, en proportions très-considérables, une matière organique très-riche en carbone et en azote, identique, par ses propriétés et sa composition, avec l'*acide azulmique* de Polydore Boullay. La formation de cet acide, pendant la putréfaction des chairs, n'a rien qui doive surprendre, puisqu'on sait qu'il prend naissance dans les décompositions spontanées eu cyanhydrate d'ammo-

niaque et du cyanogène dissous dans l'eau, dans celle de l'acide cyanhydrique pur en vases fermés, dans la réaction du cyanogène sur les bases alcalines, qu'il se produit, enfin, aux dépens de presque tous les composés cyaniques (1). Or, dans la putréfaction des matières animales, il se forme, comme on sait, beaucoup de ces composés cyaniques, dont une partie peut facilement, sous l'influence de l'eau, ou des bases alcalines toujours présentes, se métamorphoser en acide azulmique, qui a pour formule, $C^5 Az^2H$. Polydore Boullay a d'ailleurs démontré que la gélatine chauffée avec la potasse caustique, se convertit, en partie, en acide azulmique. Cette transformation que la chaleur détermine, l'action lente du temps peut également l'accomplir; car ce sont deux influences qui se remplacent fort souvent dans les réactions chimiques. Il n'y a donc rien d'anormal dans cette production spontanée de l'acide azulmique pendant la putréfaction lente des cadavres enfouis sous terre, et ce fait curieux que nous avons eu le bonheur de découvrir s'explique très-facilement.

11. Certains os fossiles retenant une certaine quantité d'eau hygrométrique (analyses 8, 10, 15), on s'exposerait à commettre des erreurs graves dans le dosage de la matière organique, si on calculait la quantité de celle-ci par la perte que les os subissent par la calcination. Cette remarque avait déjà été faite par M. Berzélius.

---

(1) *Mémoire sur l'Ulmine et sur l'acide azulmique.* Thèse de Polydore Boullay. — *Journal de pharmacie.*

Appendice, notes et additions.

Depuis que nous avons lu notre *Mémoire sur les os anciens et fossiles* à l'Académie, et postérieurement à son impression dans le *Précis* (pages 58 et suivantes), nous avons eu connaissance de plusieurs travaux antérieurs sur le même sujet. Nous croyons devoir les citer, pour compléter les documents historiques que nous avons déjà réunis sur cette question. C'est là l'objet de ces notes additionnelles.

Aux chimistes que nous avons signalés comme ayant fait des analyses d'os anciens et fossiles, nous devons ajouter : Morichini, Klaproth, Brandes, Proust, MM. Braconnot et d'Arcet.

1. Dans le mois d'avril 1802, on trouva, aux environs de Rome, le squelette d'un éléphant, dont M. le comte Morozzo a donné une notice, dans le *Journal de physique* de Paris. Les dents molaires de cet éléphant fossile furent analysées par Morichini, qui reconnut que l'émail était presque entièrement composé de fluate de chaux, et d'un peu de phosphate et de carbonate de chaux, et que, dans la substance osseuse, au contraire, la partie dominante était du phosphate de chaux. Il y avait encore de la matière animale dans ces dents fossiles.

Le même chimiste, assisté de M. Gay-Lussac, constata également la présence du fluate de chaux dans un morceau d'ivoire fossile, qu'on avait trouvé récemment aux environs de Rome (1).

---

(1) Lettre de M. Gay-Lussac à M. Berthollet, sur la présence de l'acide fluorique dans les matières animales. *Annales de chimie*, t. 55, p. 258. — Morichini, *Phil. Mag.*, 23, p. 265.

2. Klaproth confirma, peu de temps après, la découverte importante de Morichini, et il émit cette opinion, que, pendant le laps des siècles que l'animal a été enterré, une conversion d'une partie de l'acide phosphorique a dû nécessairement avoir lieu, et que l'acide fluorique peut être regardé comme un acide phosphorique modifié (1).

3. Proust a analysé de l'ivoire et des os d'éléphant trouvés dans des fouilles faites auprès de Madrid. Il y a reconnu de l'acide fluorique (2).

4. M. Braconnot examinna, en 1806, une corne fossile d'une grosseur prodigieuse, trouvée à Saint-Martin, petit village situé à une lieue de Commercy (Meurthe), dans un caveau creusé à quelques mètres de profondeur. Ce caveau, considéré comme un sanctuaire où les premiers hommes avaient fait des sacrifices aux dieux, renfermait quatre grandes cornes bien conservées, et quelques portions de crâne dégradées par le temps. Les cornes paraissent avoir appartenu à l'*Urus* (*Bos urus*) des naturalistes. Voici leur composition chimique, d'après M. Braconnot :

Sable quartzeux ferrifère.	4,0
Gélatine solide parfaitement intacte.	4,6
Matière bitumineuse.	4,4
Oxyde de fer.	0,5
Alumine.	0,7
Phosphate de magnésie.	1,0
Eau.	11,0
Carbonate de chaux.	4,5
Phosphate de chaux.	69,3
Sulfate de chaux.	traces.
	100,00

(1) Klaproth, *Gelhen's Journ.*, 3, p. 625. — *Annales de Chimie*, t. 54, p. 207.

(2) Lettre de Proust à M. Delamétherie, sur l'acide

M. Braconnot dit n'avoir pu y constater la présence de l'acide fluorique (1).

5. M. d'Arcet a soumis à l'analyse, en 1816, des os pris dans les catacombes de Paris, choisis parmi ceux qui passent pour les plus anciens. Par la calcination, ce chimiste a obtenu :

	de la partie solide d'un humérus.	de la partie spongieuse du même os.	de côtes.
Résidu blanc. . . .	60,3	58,8	64,72
Matières combustible ou volatile. .	39,7	41,2	35,28
	100,0	100,0	100,00

Les os ou parties d'os brûlaient avec la flamme, sous la moufle, comme des os neufs. Mis en digestion dans l'acide chlorhydrique, à 6°, ils faisaient effervescence, et ils ont donné, par ce moyen, 27 pour cent de gélatine sèche et très-colorée (2).

Le même chimiste a analysé, le 31 décembre 1825, l'extrémité sternale d'une côte de bœuf, trouvée par M. Passalacqua, dans une chambre sépulcrale de l'Égypte. Cet os provenait de la partie antérieure d'un bœuf, déposé dans le tombeau découvert par M. Passalacqua, comme offrande aux divinités.

M, d'Arcet y a reconnu :

Résidu incombustible.	57,422
Gélatine, graisse, vaisseaux sanguins, etc.	42,578
	100,000

---

fluorique des os fossiles. *Journal de physique*, t. 62, p. 224.

(1) Braconnot, *Journal de physique*, t. 63, p. 97.

(2) Note inédite qui a été communiquée aux auteurs par M. d'Arcet.

Sur ces 42,578, il y avait 20,3 de gélatine, colorée en jaune foncé. L'acide employé pour séparer cette gélatine, en avait retenu une portion en dissolution. — L'os donnait un charbon aussi noir que celui qu'on obtient avec les os récents (1).

M. d'Arcet a encore examiné un fragment de crâne d'une momie égyptienne, qui a été ouverte par M. Passalacqua, à la Sorbonne, en séance publique, dans le courant de 1825. L'os, qui était presque transparent, était pénétré de résine et parfaitement conservé. Il renfermait :

Résine.	2,67
Résidu incombustible, composé de phosphate, de carbonate de chaux, etc.	58,16
Matière animale.	39,17
	100,00

Cet os, traité par l'acide chlorhydrique faible, après en avoir séparé la résine, a donné 22,748 pour 100 de gélatine pure. Cette gélatine n'a pas bien conservé la forme qu'avait l'os avant l'opération, et l'acide en retenait beaucoup en dissolution. Cette altération de la gélatine de l'os peut être due, soit à son ancienneté, soit au grand degré de chaleur auquel l'os a été exposé au moment où il a été entouré de résine fondue. — L'os de la momie n'a donc rien perdu de ses éléments primitifs; il n'y a qu'un peu de gélatine qui a été altérée (2).

(1) *Catalogue raisonné et historique des antiquités découvertes en Égypte*, *par M. Passalacqua*, *de Trieste*.— 1 vol. in-8°, 1826. — Analyse d'un os de bœuf, portant, dans sa collection, le n° 1600, par M. d'Arcet, p. 240.

(2) Note inédite, communiquée aux auteurs par M. d'Arcet.

6. Klaproth n'a pas trouvé d'acide fluorique, ou mieux, du fluorure de calcium, dans les os récents (1).

7. M. Riboud, secrétaire perpétuel de la Société d'Émulation de Bourg-en-Bresse, a trouvé, en 1780, aux environs de Bourg, dans des prairies pyriteuses, des os de chevaux et de bœufs, couverts d'une poussière fine du plus beau bleu. Cette couleur était due à du phosphate de fer (2).

---

19. *Analyse de la* BABINGTONITE *d'arendal*; par M. Arppe. (Compte rendu de M. Berzélius, 1842.)

L'analyse a donné :

Silice.	0,544 oxygène.	2.827
Chaux.	0,192	
Magnésie.	0,022	1.160
Oxyde ferreux. . . .	0,213	
Oxyde manganeux.	0,018	
Alumine.	0,003	
Eau.	0,009	
	1,001	

ce qui se rapproche beaucoup de la composition de l'amphibole $CS^3 + FS^2$.

---

20. *Analyse de l'*HYDROTALCITE; par M. Hochstetter. (Journ. d'Erdmann, t. 27, p. 375.)

La stéatite de Snarum est quelquefois recouverte d'une matière blanche feuilletée qui, au

(1) Klaproth, *Journal de physique*, t. 62, p. 225.
(2) *Journal de physique* de l'abbé Rozier, t. 33, p. 423. 1788.

premier abord, paraît ressembler à du talc; mais l'ayant examiné de plus près, j'ai reconnu qu'elle forme une substance nouvelle.

Propriété. — Feuilletée, répandue dans la stéatite, blanche; éclat gras et nacré; transparente, flexible, grasse; dureté = 2.

Elle donne de l'eau dans le tube; par calcination elle devient rougeâtre; elle se dissout avec effervescence dans les acides.

		Oxyg.
Magnésie.	36,30	14,15
Alumine.	12,00 }	7,27
Oxyde de fer.	6,90 }	
Acide carbonique. .	10,54	7,62
Eau.	32,66	28,31
Matières insolubles. .	1,20	—
	99,60	

On voit que l'acide carbonique n'étant pas en quantité suffisante, on doit considérer l'alumine et l'oxyde de fer comme jouant le rôle d'acide par rapport à la magnésie : et on peut admettre la formule :



$$3\,Mg^{2}\,\dot{C} + 2\,Mg^{3}\,\ddot{Al} + 24\,\dot{H}.$$

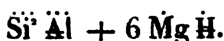
Je propose d'appeler ce minéral hydrotalcite, à cause de sa ressemblance avec le talc, duquel il se distingue par sa teneur en eau.

La stéatite, sur laquelle se trouvait le minéral précédent est composée de :

Magnésie.	37,52	14,52
Silice.	32,03	16,63
Alumine.	12,52 }	7,21
Oxyde de fer. . . .	4,48 }	
Eau.	16,19	14,39
	102,74	

Comme il y a un excès de 2,74; il est difficile

d'établir une formule d'une manière certaine; cependant je pense qu'on peut adopter :



$$\dot{S}i^2 \ddot{A}l + 6 \dot{M}g \dot{H}.$$

---

21. *Analyse de trois variétés de* CHONDRODITE; par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 53, p. 103.)

	Amérique.	Pargas (jaune).	Pargas (grise).
Silice	0,3306	0,3310	0,3319
Magnésie. . .	0,5546	0,5661	0,5450
Oxyde ferreux.	0,0365	0,0235	0,0675
Fluor.	0,0760	0,0869	0,0969
	0,9977	1,0075	1,0413

Cette composition se rapproche beaucoup de la formule $Mg Fl + 2 \dot{M}g^3 \dddot{S}$, qui diffère notablement de celle de M. Seybert, qui avait admis trois atomes de silicate magnésique.

---

22. *Analyse d'une* ASBESTE *de l'Oural*, par M. Huntzi. (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

De même que le mot mica, appliqué aux minéraux feuilletés comprend un grand nombre de minéraux différents, de même l'asbeste paraît appartenir à plusieurs minéraux à l'état fibreux.

L'asbeste que j'ai analysé se présente en amas de 4 à 5 pouces de diamètre, remplis de matières fibreuses d'un vert clair. Il se trouve en fibres dans la serpentine, près de la source de la Eschassowaja dans l'Oural. L'analyse m'a donné :

	I.	Oxyg.	II.	Oxyg.
Silice.	59,23	30,77	58,19	30,23
Alumine.	0,19	0,09	0,18	0,08
Protoxyde de fer.	8,27	1,88	7.93	1,81
Magnésie. . . .	31,02	12,01	30,79	11,79
Perte au feu. . .	1,31		1,86	
	100,02		98,95	

La composition de cette matière est représentée par la formule $\dot{Fe}\ddot{S} + 2(\dot{Mg}^3 \ddot{Si}^2)$.

Ce minéral n'est pas attaqué par les acides. On n'y a pas trouvé de fluor.

---

23. *Analyse de la* XANTHOPHYLLITE ; par M. Meitzendorf. (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

La xanthophyllite a été décrite dans les Annales de Pog., par G. Rose, t. 50, p. 654, et je l'ai analysée quatre fois. Les trois premières analyses sont rapportées dans le Voyage de M. G. Rose dans l'Oural, t. 11, p. 527. A cause de la composition singulière de ce minéral, et aussi parce que la première de ces analyses ne s'accordait pas complétement avec les deux autres, j'en ai encore exécuté une quatrième qui s'accorde avec les deux dernières. La première analyse a été faite au moyen du carbonate de soude, le seconde par l'acide fluorhydrique, enfin la troisième et la quatrième par l'acide sulfurique, qui attaque le minéral plus promptement et plus complétement que l'acide fluorhydrique. Voici les résultats :

	I.	II.	III.	IV.
	Par le carbonate de soude.	Par l'acide fluorhydrique.	Par l'acide sulfuriq.	
Silice.	17,05	(16,55)	16,41	16,20
Alumine. . . .	44,00	43,73	43,17	44,96
Chaux.	11,37	13,12	14,50	12,15
Magnésie. . .	21,24	19,04	19,47	19,13
Oxydule de fer.	1,91	2,62	2,23	2,73
Soude.	(0,61)	0,67	0,62	0,55
Perte au feu. .	4,21	4,33	4,45	4,33
	100,39	100,06	100,85	100,05

La moyenne des trois dernières analyses est la suivante :

		Oxygène.	
Silice.	16,30	8,47	
Alumine.	43,95	20,53	
Chaux.	13,26	3,72	11,92
Magnésie.	19,31	7,47	
Protoxyde de fer.	2,53	0,58	
Soude.	0,61	0,15	
(Perte au feu) eau.	4,33	3,84	
	100,29		

La perte au feu consiste en eau seulement, car on n'a trouvé ni chlore ni fluor dans le minéral.

La formule qui concorde le mieux avec les résultats de l'analyse est la suivante :



$$2\dot{R}\dddot{S} + 6\dot{R}\ddot{Al} + \dot{R}\ddot{H}^3.$$

24. *Nouvelle analyse du* CYMOPHANE *de Haddam*; par M. Damour. (Ann. de Chim., tome 7, p. 173.)

Pour faire cette analyse j'ai fondu du cymophane, provenant d'un échantillon bien cristallisé et broyé dans un mortier de fer, avec six fois son

poids de bisulfate de potasse; j'ai lavé dans l'eau et précipité l'alumine, la glucine et le fer par l'ammoniaque; j'ai traité à froid ce précipité par la potasse qui a dissous l'alumine et la glucine, et en faisant bouillir la dissolution étendue, j'ai séparé la glucine. Mais comme il reste toujours une petite quantité de cette terre avec l'oxyde de fer, j'ai saturé la dissolution par du carbonate d'ammoniaque en excès, j'en ai précipité le fer par quelques gouttes d'hydrosulfate d'ammoniaque, et j'ai fait bouillir pour précipiter la glucine.

Trois analyses m'ont donné en moyenne :

Alumine. . . .	0,7526	oxygène.	3.515	3
Glucine.	0,1846		1.167	1
Oxyde ferrique.	0,0403			
Sable.	0,0145			
	0,9920			

Il s'ensuit que le cymophane doit être placé dans le groupe de minéraux représenté par la formule générale $\dot{r}\,\dddot{\bar{R}}$, qui comprend le spinelle, le pléonaste, la gahnite, le disthène, le fer chrômé, l'aimant et le franklinite. Or tous ces minéraux, sans exception, cristallisent en octaèdre régulier, forme incompatible avec celle du cymophane. Ce minéral est-il comme l'arragonite un nouvel exemple de dimorphisme, ou l'exception qu'il semble présenter ne viendrait-elle pas de ce que les propriétés de ses éléments ne nous sont pas entièrement connues?

En employant le carbonate d'ammoniaque pour séparer la glucine de l'alumine, selon l'ancienne méthode, je n'en ai jamais trouvé plus de 0,12.

25. *Analyse de la* XÉNOLITHE ; par M. Komonen. (Compte rendu de M. Berzélius, 1842.)

M. Nordenskale a trouvé ce minéral à Peterhoff, dans des blocs de granite. Il est cristallisé en prismes triangulaires extrêmement déliés accolés ensemble dans le sens de leur longueur. Il est ou incolore, ou gris, ou gris jaunâtre, à cassure inégale et grenue. Sa p. s. est de 3, 58. Il a la même dureté que le quartz. Il contient :

Silice.	0,4744
Alumine.	0,5254
	0,9998

Formule AS.

26. *Sur la composition du* DISTHÈNE ; par M. Rosalis. (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

L'analyse de ce minéral présente, comme Arfwedson l'a bien remarqué, une grande difficulté en ce que, lorsqu'on le fond avec un carbonate alcalin, et que l'on traite la masse fondue par l'acide chlorhydrique, suivant les procédés ordinaires, on obtient de la silice qui contient une quantité considérable d'alumine, et c'est pourquoi les anciennes analyses de Klaproth et celles plus récentes de Vanuxem sont très-inexactes.

Arfwedson s'est servi pour l'attaque du minéral de l'action des alcalis. Pour analyser un disthène du Saint-Gothard, ayant reconnu que l'acide fluorhydrique n'agissait pas sur lui, je me suis servi du carbonate de baryte avec lequel le minéral pulvérisé fut chauffé à la chaleur blanche. Sur 1gr.,426 il restait 0gr.,523 silice, 0gr.,900 alumine et 0gr.,017 d'oxyde de fer, ce qui donne :

		Oxygène.
Silice.	36,67	19,05
Alumine.	63,11	29,47
Peroxyde de fer.	1,19	0,36

Cela s'accorde assez exactement avec la formule $\dddot{Al}^3 \dddot{Si}^2$, qui s'écarte de la formule donnée par Arfwedson, qui était $\dddot{Al}^2 \dddot{Si}$. Bertholet a obtenu dans une ancienne analyse de l'andalousite de Herzogau un résultat qui s'approche beaucoup de celui que j'ai trouvé pour le disthène. D'après Mohs, les andalousites grises ne sont que des cristaux imparfaits de disthène; peut-être Buchholz en a-t-il analysé un pareil.

---

27. *Analyse de la* BAMLITE; par M. Erdmann. (Compte rendu de M. Berzélius, 1842.)

Ce minéral a été trouvé à Bamle, en Norwége. Il est en masse rayonnée blanche, un peu grisâtre, demi-transparente, à cassure inégale. Sa p. s. est de 2,984. Il est composé de :

Silice.	0,5690	oxyg. 2.956
Alumine.	0,4075	1.934
Oxyde ferrique. .	0,0104	
Chaux.	0,0104	
Fluor.	trace	
	0,9973	

Formule $A^2 S^3$.

---

28. *Sur deux variétés d'*IOLITE; par M. Shepard. (Amer. Journ., octobre 1841.)

L'iolite a été trouvée à Haddam (Connecticut), dans un granite qui contient en outre du chrysobéryll, des grenats, des zircons, du minerai de bismuth et des pinites.

31. *Examen de quelques* POTERIES NOIRES *antiques*; par M. P. Berthier.

Le principal objet de cet examen a été de rechercher quelle était la nature de la matière colorante. Les échantillons de poteries dont j'ai pu disposer m'ont été remis par M. Brongniart, et provenaient de la collection de la manufacture royale de Sèvres.

Poterie étrusque. Fragment de vase épais de quelques millimètres, orné de reliefs peu saillants; sa pâte est d'un gris noir, mais on y distingue une multitude de petits grains blancs. A la surface, la couleur est uniforme et sans taches blanches. Le fragment ne s'est pas délayé dans l'eau, mais sa poussière a fait pâte au bout d'un certain temps. Lorsqu'on soumet cette poussière à la lévigation, on en retire une quantité considérable de sable quartzeux.

Par calcination et grillage, cette poterie réduite en poudre fine, perd 0,11 de son poids, et devient d'un rouge de brique peu foncé en s'agglutinant sensiblement. Quand on la traite par l'acide muriatique, il se manifeste une légère effervescence, et il se dissout de l'oxyde de fer, un peu d'alumine et un peu de carbonate de chaux. Le résidu est d'un gris noir; il perd 0,03 de son poids par le grillage et devient parfaitement blanc, ce qui prouve que sa matière colorante est du charbon. La proportion de celui-ci peut-être évaluée approximativement à 0,01. L'analyse donne :

Oxyde de fer et alumine.	0,14
Carbonate de chaux.	0,01
Charbon (environ).	0,01
Sable et argile.	0,74
Eau combinée à l'argile et au fer.	0,10
	1,00

Cette poterie a dû être fortement desséchée, mais non cuite.

Poterie gallo-romaine. Cette poterie a été trouvée à Noyelles-sur-Mer (Dép. de la Somme). C'est un fragment du rebord arrondi d'un vase, et épais d'environ 2 centimètres. La pâte paraît être homogène à l'œil nu, ou du moins on n'y aperçoit que de très-petits points blancs; elle est grenue et d'un noir mat.

Calcinée dans un creuset couvert, elle perd 0,08 de son poids et reste noire; ensuite par le grillage, elle ne diminue presque pas de poids et prend seulement une teinte qui tire sur le brun. Traitée par l'acide muriatique bouillant, avant d'avoir été calcinée, il se dissout 0,13 d'alumine colorée par de l'oxyde de fer, et environ 0,01 de carbonate de chaux. Le résidu desséché pèse 0,80; il est noir; mais par le grillage, il se décolore complétement, quoique lentement, et le résidu est parfaitement blanc. La matière colorante est donc charbonneuse, mais de difficile combustion. La perte est de 0,07, mais cette perte comprend l'eau combinée à l'argile; on n'en a pas déterminé la proportion; l'analyse a donné :

Alumine et oxyde de fer solubles.	0,13
Matières terreuses insolubles. . .	0,73
Carbonate de chaux.	0,01
Eau et charbon.	0,03
	1,00

Poterie de l'Ohio (Amérique). Fragment de vase arrondi de quelques millimètres d'épaisseur. Sa pâte est d'un gris noir foncé, grenue et mate, et elle est mouchetée çà et là de points blancs plus ou moins gros; sa poussière est de couleur cendrée.

Par calcination, elle perd 0,10 de son poids, et elle devient d'un rouge brique peu foncé. Lorsqu'on la traite avant calcination par l'acide muriatique, il y a une effervescence assez vive, et il se dissout 0,11 de carbonate de chaux et 0,14 d'oxyde de manganèse, mêlé d'oxyde de fer et d'un peu d'alumine. Le résidu desséché est d'un gris noir; quand on le grille après l'avoir fortement desséché, il perd une portion de son poids qui revient à 0,03 du poids total de la poterie; l'analyse donne :

Carbonate de chaux.	0,11
Oxydes de manganèse et de fer et alumine.	0,14
Argile et sable.	0,70
Eau et charbon.	0,05
	1,00

Poterie moderne du Hâvre. Fragment de pipe de la manufacture de M. Ledemandé. Sa pâte est parfaitement homogène, à cassure grenue, presque unie et noire.

Par calcination et grillage, cette poterie devient blanche et perd 0,035 de son poids. Traitée par l'acide muriatique avant calcination, il se dissout 0,17 d'alumine, légèrement colorée par de l'oxyde de fer, et, en outre, une trace de carbonate de chaux. Le résidu est d'un noir grisâtre; après qu'il a été desséché à la chaleur sombre, il pèse 0,78; ensuite, par le grillage, il se décolore complétement, et il se réduit à 0,77. La perte 0,01 représente le proportion du charbon; mais cette proportion doit être un minimum, parce que, comme ce charbon est très-combustible, il est possible qu'il s'en brûle une petite quantité pendant la calcination; l'analyse a donné :

Alumine soluble.	0,170
Argile insoluble.	0,780
Charbon (environ). . . .	0,010
Eau.	0,025
	0,985

Cette poterie est très-bien fabriquée; elle a dû être soumise à une véritable cuisson à l'abri du contact de l'air.

---

32. *Analyse de deux* TERRES VÉGÉTALES *de Pommard* (*Dép. de la Côte-d'Or*); par M. P. Berthier.

La commune de Pommard est célèbre par les excellents vins qu'elle produit. Elle est située à une lieue de Beaune, sur le versant ouest de la première chaîne de la Côte-d'Or, chaîne qui est constituée par un calcaire grisâtre, peu dur, que l'on rapporte à l'étage inférieur du calcaire oolithique. Le sol a environ un mètre de profondeur et regarde le sud-ouest.

Les deux échantillons de terre qui ont été soumis à l'analyse, ont été pris dans deux champs absolument contigus, appartenant au même propriétaire, entretenus de la même manière, et dans lesquels on cultive la même espèce de vigne; mais les vins que produisent ces deux champs diffèrent très-notablement l'un de l'autre. Le champ n° 1 donne un vin rouge fin proprement dit, dans lequel on retrouve une partie des qualités du vin de Champagne, mais un arome moins piquant et une plus grande mollesse que n'en ont ordinairement les vins de Bourgogne. Le champ n° 2 fournit un vin rouge corcé qui affecte vivement toutes les papilles de la langue et du palais, emplit bien

mieux la bouche en quelque sorte, et laisse ensuite la saveur un peu acide qu'estiment les gourmets ; mais il n'est pas plus alcoolique.

La terre n° 1 est de couleur briquetée, assez foncée, tirant sur le rouge un peu brun ; elle se compose de matières argilo-ferrugineuses qui empâtent des grains de diverses grosseurs, mais qui dépassent rarement la grosseur d'un pois. La terre n° 2 est d'une couleur briquetée plus pâle, tirant moins sur le rouge et plus sur le brun que la première. Elle est évidemment moins argileuse et moins ferrugineuse, et le calcaire qu'elle contient y est en fragments plus gros.

On a passé successivement chacune de ces terres dans l'eau à travers un tamis de crin et à travers un tamis de soie, et on les a ensuite lévigées ; elles ont donné :

	N° 1.	N° 2.
Gros grains restés sur le tamis de crin.	0,258	0,410
Sable fin resté sur le tamis de soie. . .	0,043	0,120
Sable fin obtenu par lévigation.	0,186	0,080
Argile fine.	0,513	0,390
	1,000	1,000

Les gros sables, traités par l'acide acétique, ont donné :

	N° 1.	N° 2.
Carbonate de chaux à peine magnésien.	0,90	0,94
Quartz.	0,10	0,06
	1,00	1,00

Les sables fins du tamis de soie, traités de la même manière, ont donné :

Carbonate de chaux à peine magnésien.	0,68	0,83
Quartz.	0,32	0,17
	1,00	1,00

Les sables obtenus par lévigation ont été soumis successivement à l'action de l'acide acétique et de l'acide oxalique ; ils ont donné :

	N° 1.	N° 2.
Carbonate de chaux à peine magnésien.	0,42	0,28
Hydrate de fer.	0,12	0,15
Sable et argile desséchés..	0,46	0,57
	1,00	1,00

Enfin, on a obtenu des deux argiles traitées aussi par l'acide acétique et par l'acide oxalique :

	N° 1.	N° 2.
Carbonate de chaux à peine magnésien.	0,22	0,20
Hydrate de fer.	0,15	0,16
Argile et sable très-fin desséchés.	0,63	0,64
	1,00	1,00

Ces deux résidus sont à peu près identiques ; et ils ne contiennent qu'environ le dixième de leur poids d'alumine, ce qui équivaut à peu près au tiers de leur poids d'argile. Aussi, lorsque après les avoir traités par l'acide muriatique, qui en sépare l'hydrate de fer, on les soumet à la lévigation, on peut en extraire une proportion considérable de sable quartzeux blanc excessivement fin.

Pour avoir une idée de la proportion de matières organiques contenues dans ces terres, on les a fondues avec trois fois leur poids de litharge, après en avoir séparé par l'acide muriatique l'oxyde de fer qui aurait brûlé une partie de la matière en passant à l'état de protoxyde. On a obtenu :

	N° 1.	N° 2.
Plomb.	0,120	0,240
Ce qui équivaut à, charbon.	0,004	0,007
Matières organiques, environ.	0,010	0,017

Je ne pense pas, néanmoins, que la différence

de proportion des matières organiques constitue la différence que l'on observe dans les qualités de ces terres, parce que cette proportion est à la disposition du cultivateur, et qu'elle n'est peut-être ici qu'accidentelle.

Sous le rapport de la composition chimique, on a pour

	Le n° 1.	Le n° 2.
Carbonate de chaux.	0,452	0.586
Quartz grenu.	0,040	0,045
Hydrate de fer.	0,125	0,075
Argile, sable fin, matière organique. .	0,383	0,295
	1,000	1,000

Ces faits pourront peut-être fournir quelques données à l'agriculture; mais quant à présent, on ne peut en tirer aucune induction.

---

33. *Analyse d'une* TERRE VÉGÉTALE *de Nemours* (*Seine-et-Marne*); par M. P. Berthier.

Cette terre vient d'un champ qui est situé au confluent du Loing et du canal de Briare, et dont la surface n'est élevée que de 1 mètre au-dessus du niveau ordinaire de l'eau de la rivière. Ce champ a été cultivé en pépinière pendant long-temps, et il n'a été défriché que depuis deux ans. La plupart des arbres forestiers y croissent très-rapidement, et les arbres fruitiers y réussissent aussi assez bien. Les plantes légumineuses, les tubercules, les choux et le seigle y prospèrent quand les années ne sont pas trop sèches.

La terre est couleur café au lait, extrêmement meuble et très-caillouteuse; les cailloux dont elle est mélangée ont une grosseur variable et qui at-

teint souvent la grosseur du poing. Ces cailloux sont tous des silex de diverses couleurs, tels qu'ils se trouvent dans la formation d'argile plastique, brisés et imparfaitement arrondis. A la profondeur de 1 mètre tout au plus on trouve un banc de grève jaune, et pour peu que l'on fouille dans cette grève on atteint le niveau de l'eau. Le fond de la vallée du Loing est tout entier dans l'argile plastique, et dans beaucoup d'endroits cette formation s'élève jusqu'à une hauteur d'environ 10 mètres au-dessus de la rivière; elle est recouverte par le calcaire d'eau douce inférieure et par les grès.

La terre ayant été tamisée dans l'eau et lévigée ensuite a donné :

Cailloux et gros sable restés sur le tamis de crin.	0,31
Sable resté sur le tamis de soie.	0,51
Sable très-fin obtenu par lévigation.	0,05
Argile tenue en suspension.	0,13
	1,00

Outre les cailloux de silex, le gros sable renferme des grains de quartz hyalin, dont quelques-uns atteignent la grosseur d'une noisette. Ces grains ne peuvent pas provenir du sable des grès, qui est très-fin, et sont sans doute les restes des alluvions anciennes qui ont couvert le pays avant le creusement des vallées, alluvions dont on observe encore des vestiges sur quelques plateaux, et entre autres sur la montagne du Train, entre Nemours et Montereau.

Indépendamment des silex et du sable, le gros sable contient quelques débris calcaires de coquilles, dont la proportion ne dépasse pas 0,005.

Le sable qui reste sur le tamis de soie, ainsi que le sable lévigé, ne se composent que de grains

de quartz hyalin sans silex, et ne renferment comme le gros sable que 0,005 de carbonate de chaux.

L'argile tenue en suspension dans l'eau est visqueuse et d'un brun assez foncé. Toute la matière organique que renferme la terre s'y trouve rassemblée, et elle est en même temps très-ferrugineuse. Par calcination et grillage, elle perd 0,21 et devient rouge. Traitée successivement par l'acide acétique et par l'acide muriatique, elle laisse dissoudre 0,06 de carbonate de chaux et 0,12 d'oxyde de fer. Le fer est en partie à l'état de protoxyde, et comme la matière n'est pas magnétique, il y a lieu de croire que le protoxyde s'y trouve sous forme de combinaison avec des matières organiques. Le résidu terreux et blanc étant ensuite fondu avec de la potasse, on a obtenu 0,20 d'alumine, qui équivalent à 0,60 d'argile commune. En la fondant avec 5 fois son poids de litharge, elle produit 0,10 de plomb, qui équivalent à 0,03 de charbon et à environ 0,07 à 0,08 de matières organiques. Ainsi l'analyse de l'argile donne :

Carbonate de chaux. . .	0,06
Oxyde de fer.	0,12
Alumine.	0,20
Silice combinée et sable.	0,46
Matières organiques. . .	0,07 à 0,08
Eau.	0,09
	1,00

et dans la terre entière, il y a :

Cailloux et sable quartzeux.	0,896
Argile.	0,078, alumine 0,026
Carbonate de chaux.	0,005
Matières organiques.	0,009 à 0,010
Eau.	0,012
	100,0

Cette terre est peu argileuse et singulièrement pauvre en carbonate de chaux. Elle ne jouirait probablement d'aucune fertilité si elle ne pouvait pas puiser sans cesse de l'eau dans son sous-sol, avantage qu'elle doit à sa situation, étant presque en contact avec une couche aquifère dont elle n'est séparée que par des matières perméables.

---

34. *Sur le* TCHORNOI-ZEM *ou* TERRE NOIRE *de Russie*; par M. Murchison. (Philos. Mag., janv. 1843.)

Cette formation se présente depuis le 54e degré de latitude nord jusqu'au 57e, en occupant la rive gauche du Volga jusqu'à Tcheboksar, entre Nijni-Novogorod et Kasan. On la trouve aussi en abondance dans la Kama et près d'Oufa; elle occupe un district étendu sur le côté asiatique des monts Oural, près de Kamensk, et on en trouve une autre entre Miask et Sviask. On la retrouve encore dans le pays des Baskirs et dans les steppes des Kirghis. Elle semble manquer entre Orenbourg et l'embouchure du Volga, où le sol supérieur contient des débris de coquilles analogues à celles qui vivent encore dans la mer Caspienne. Elle manque aussi dans les steppes des Kalmouks. Elle abonde, au contraire, au nord de ces steppes, où elle occupe une vaste étendue de terrain, se présentant en larges vallées, en pentes ou en plateaux à tous les niveaux jusqu'à la hauteur de 400 pieds et sur toute espèce de roches ou de formations, recouvrant même la partie méridionale du sol diluvien amené par les courants du nord.

La *terre noire* forme toujours la surface du sol

et est invariablement composée de grains noirs mêlés de sable; les premiers étant si fins, qu'ils s'élèvent en poussière sous les pieds des chevaux qui marchent sur le gazon dont elle est recouverte.

Comme tous les terrains d'alluvion en Russie, celui-là, lorsqu'il se présente en pentes ou en coteaux, est sillonné de ravins produits par des fissures qu'occasionne d'abord la sécheresse, et qui sont plus tard agrandies par des débâcles que produit la fonte de neiges abondantes.

Cette *terre noire* forme le meilleur sol de la Russie pour le blé ou les pâturages; elle donne plusieurs récoltes successives, et il suffit d'une jachère d'une année ou deux pour lui rendre sa fertilité première. Aussi les paysans russes, se fondant sans doute sur la fécondité naturelle de ce sol, ont-ils des préjugés invétérés contre l'usage des engrais.

Examiné par M. Philips, ce sol a donné sur 100 parties :

Silice.	69,8
Alumine.	13,5
Chaux.	1,6
Oxyde de fer.	7
Matière végétale.	6,4
Acide humique, sulfurique et chlore.	traces.
	98,3
Perte. . . .	1,7
	100,00

M. Payen, qui en a aussi fait l'analyse, a trouvé sur 100 parties :

Matière organique combustible contenant 2,45 d'azote.	6,92
Substance incombustible.	93,08
	100,00

Cette dernière contenait 13,75 parties solubles dans l'acide chlorhydrique, savoir :

Alumine.	5,04
Oxyde de fer.	5,62
Chaux.	0,80
Magnésie.	0,98
Chlorures alcalins. . . .	1,21

Et 79,30 parties insolubles dans l'acide chlorhydrique, savoir :

Silice.	71,56
Alumine.	6,36
Magnésie.	0,24
Chaux.	trace.

La composition de la *terre noire* ne diffère donc pas beaucoup, en ce qui concerne sa nature minérale, de celle des sols arables ordinaires. Quant à l'origine de ce dépôt, je ne pense pas, comme l'ont fait plusieurs naturalistes, qu'il provienne de la décomposition d'anciennes forêts. Je me fonde sur ce que, en creusant même à 20 pieds de profondeur, on n'y a jamais rencontré aucun débris d'arbres, de racines ou de fibres végétales qui ne puisse être attribué à la végétation actuelle. Je crois la terre noire produite par une accumulation de matériaux déposés sous l'eau ; mais je ne peux l'assimiler, comme cela a été fait, avec le loess ou limon du Rhin, ni avec le dépôt diluvien boueux superficiel de Belgique, de France ou d'Allemagne. Elle n'a rien de commun avec ce dernier, et diffère du loess par l'absence de coquilles fluviatiles ou terrestres, indiquant une formation d'eau douce. Le loess ne se trouve non plus jamais en plateaux élevés ; il est possible néanmoins que les deux dépôts soient d'origine à peu près contemporaine.

Je regarde le tchornoi-zem comme une for-

mation sous-marine lentement accumulée au fond d'une mer tranquille et sans courants, et à l'abri des opérations violentes qui ont dispersé l'alluvion venant du nord. L'absence de coquilles marines ne m'arrête point, parce que l'élévation de ces dépôts me paraît rendre impossible la supposition que les eaux douces eussent pu les former, et qu'ils présentent d'ailleurs des différenees notables avec les limons lacustres ordinaires. J'attribue la couleur noire à la décomposition graduelle des débris végétaux qui existaient dans la boue marine, qui, selon moi, forme aujourd'hui la fertile *terre noire* de la Russie.

---

35. *Analyse d'une* ZÉOLITHE MODERNE; par M. Kersten. (Journ. für Chem., t. 22, p. 1.)

Cette zéolithe forme des incrustations de 2 ou 3 lignes d'épaisseur sur le gneiss dans le puits des pompes de la mine d'Himmerfurth, près Freyberg. Ces incrustations sont fortement adhérentes et leur cassure est fibreuse et étoilée. Leur p. sp. est de 2,28. Elles sont plus dures que le gypse. Leur analyse a donné :

Silice.	0,1898
Oxyde manganique.	0,2501
Oxyde ferrique. . . .	0,2290
Eau.	0,3300
	0,9989

Ce qui conduit à la formule (Mn. F) S^2 + 6Aq.

L'eau de la mine ou des dissolutions de sulfate de fer qui restent plusieurs jours en contact avec du spath fluor mélangé de silice réagit sur ce mé-

lange de telle sorte que le liquide renferme du fluorure silicique; mais quand il y a contact d'air le manganèse et le fer se suroxydent, et il se dépose des silicates métalliques hydreux.

---

36. *Analyse d'un produit de haut-fourneau contenant du* VANADIUM; par M. Kersten (An. de Pog., t. 57, p. 121.)

J'ai observé ce produit dans différents morceaux de laitier qui provenaient du haut-fourneau de Frédéric-Auguste près Dresde et qui s'étaient échappés de ce fourneau après la coulée de fonte. Il est en plaques épaisses d'un pouce; il a l'éclat métallique et la couleur jaune du speis; sa texture est grenue et sa cassure est inégale; il est faiblement magnétique et très-fusible, l'acide muriatique l'attaque aisément avec dégagement d'hydrogène sulfuré, en laissant une poudre noire qui contient tout le vanadium, du fer, du manganèse, une trace de phosphore, du chrôme, de la silice et point de carbone. Deux échantillons ont donné à l'analyse :

Soufre.	0,2812	0,2618
Fer.	0,7051	0,7216
Manganèse. . .	0,0085	0,0078
Silice.	0,0020	0,0030
Vanadium. . .	0,0015	0,0017
Chrôme. . . .	0,0013	0,0015
	0,9996	0,9974

Pour doser le vanadium j'ai employé 200 gr. de matière, et voici comment j'ai opéré : j'ai maintenu les 200 gr., mélangés de trois fois leur poids de nitre et une fois leur poids de carbonate de soude, en fusion pendant deux heures dans un creuset de fer;

j'ai traité la masse fondue par l'eau bouillante, et filtré ; puis j'ai neutralisé la liqueur avec de l'acide nitrique et évaporé pour séparer la siliee; j'ai précipité ensuite la dissolution nitrique par l'acétate de plomb, en ayant soin de la saturer par l'ammoniaque; j'ai traité le précipité jaune par l'acide muriatique et l'acide oxalique bouillants; j'ai évaporé à siccité la liqueur vert-bleuâtre filtrée ; j'ai fondu le résidu avec du nitre, et j'ai redissous la matière dans l'eau; j'ai neutralisé la liqueur à chaud avec de l'acide nitrique, j'y ai ajouté ensuite de l'ammoniaque, et après cela j'en ai précipité le vanadium au moyen du sel ammoniac, selon le procédé connu. De cette manière le vanadium est pur, mais il en reste une petite quantité avec le chrôme, parce qu'il n'est pas absolument insoluble dans le sel ammoniac.

Depuis j'ai trouvé une méthode qui est infiniment préférable et très-commode pour séparer le vanadium du chrôme; elle consiste à chauffer au rouge naissant le résidu dans les acides avec un sulfure alcalin , en employant un creuset de porcelaine ou même un vase de verre, et à délayer dans l'eau : on obtient d'une part un résidu dans lequel se trouve tout le chrôme, le fer, etc., et d'une autre part une liqueur d'un brun foncé qui ne renferme que du vanadium, et de laquelle l'acide muriatique précipite la totalité de ce métal, à l'état de sulfure mêlé de soufre; en grillant ce résidu et le traitant ensuite par l'acide nitrique, on obtient une liqueur d'un beau bleu qui renferme du sulfate de vanadium pur.

J'ai recherché le vanadium dans tous les minerais qui alimentent le haut-fourneau de Frédéric-Auguste, et j'ai trouvé qu'il n'existe que dans le

minerai pauvre de Maxen près Pirna : ce minerai est un schiste argileux pénétré d'oxyde de fer.

La fonte du fourneau de Frédéric-Auguste contient aussi une petite quantité de vanadium, qui reste en totalité dans le dépôt noir que donne cette fonte lorsqu'on la traite par l'acide muriatique faible. Les laitiers veinés de bleu qui proviennent du même fourneau renferment également du vanadium, mais une trace seulement.

---

37. *Essai de quatre* MINERAIS DE FER *du département de l'Ariége*; par M. P. Berthier.

Ces minerais ont été découverts il y a quelques années, au lieu dit Boutadiol ; ils occupent des gisements qui se touchent et ils se trouvent en très-grande abondance. On les avait d'abord employés avec succès dans les forges catalanes du pays; mais quelques dérangements ayant eu lieu dans le travail, les ouvriers n'ont plus voulu en faire usage malgré leur richesse.

N° 1. Compacte, lamellaire, un peu écailleux, d'un noir métalloïde, mais assez fortement imprégné d'hydrate de fer, magnétique, mais sans pôle. Il ne laisse que 0,02 de matières pierreuses dans l'eau régale.

20 gr.	minerai.		gr. 20,00
2	argile calcinée.		2,00
2,32	marbre =	chaux. . . .	1,30
			23,30

Ont donné : Fonte. .	gr. 13,95	total.	17,85
Scories. .	3,90		
Fondants ajoutés. . .	3,30	oxyg.	5,45
Matières vitrifiables. .	0,60 = 0,03		

la fonte s'aplatissait un peu sous le marteau avant de se rompre; elle était blanche, mais peu éclatante et à cassure inégale, avec tendance à la cassure cristaline.

N° 2. Compacte, à cassure écailleuse à peine lamellaire, non imprégné d'hydrate de fer, très-fortement magnétique, mais sans pôle.

			gr.
20 gr.	minerai.		20,00
2	argile calcinée.		2,00
2,33	marbre	= chaux. . . .	1,25
			23,25

	gr.		
Ont donné : Fonte. .	13,77	total.	17,86
Scories. .	4,09		
Fondants ajoutés. . .	3,25	oxyg.	5,39
Matières vitrifiables. .	0,84 = 0,042		

La fonte était absolument semblable à la précédente.

N° 3. Presque absolument compacte, ayant seulement la tendance à la cassure lamellaire, veiné irrégulièrement de parties pierreuses, très-fortement magnétique, mais sans pôle. En le faisant chauffer pendant plusieurs jours dans l'acide muriatique, toute la partie magnétique s'est dissoute, et il est resté une matière grenue, d'un vert d'herbe, mêlée de grains blancs quartzeux et pesant 0,16. En attaquant cette matière au creuset d'argent par la potasse, on a reconnu qu'elle était analogue aux chlorites, et qu'elle se composait de silice, de chaux, de magnésie, d'alumine et de potoxyde de fer.

15 gr. minerai.				gr. 15,00
Ont donné à l'essai :	Fonte. .	gr. 8,97	total.	12,39
	Scories. .	3,42		
Matières insolubles dans les acides. .		2,40	Oxyg.	2,61
Matières solubles de nature inconnue.		1,02 = 0,06		

La fonte était compacte, cassante, à cassure grenue, cristalline et blanche. La scorie était vitreuse, parfaitement transparente et de couleur légèrement ombrée.

N° 4. Compacte, à cassure inégale, ayant tendance à la cassure lamellaire, peu mélangé de matières pierreuses, très-fortement magnétique et même magnétipolaire, mais n'ayant qu'un petit nombre de pôles.

20 gr.	minerai.			gr. 20,00
2	argile calcinée.			2,00
2	marbre = chaux.			1,12
				23,12
Ont donné :	Fonte. . .	gr. 13,69	total.	18,64
	Scories. . .	4,95		
Fondants ajoutés. . .		3,12	oxyg.	4,48
Matières vitrifiables. . .		1,83 = 0,091		

Ces minerais sont fort riches et très-purs. Il est probable que c'est par défaut d'habitude, que les ouvriers ne réussissent pas à les employer dans les foyers catalans.

---

38. *Essai d'un* MINERAI DE FER *de Corse*; par M. P. Berthier.

Ce minerai a été découvert il y a peu de temps

dans les propriétés de M. le comte de Pina. On dit qu'il se trouve à une très petite distance de la côte, dans un lieu sain et à proximité de grandes forêts.

Il est en masses amorphes qui se composent de fer oligiste en lames entrelacées avec un talc écailleux d'un gris pâle et un peu olivâtre. Par le lavage à l'augette, on en extrait aisément 0,50 de fer oligiste à peu près pur. Il perd 0,05 d'eau par la calcination, et devient de couleur terreuse rougeâtre. Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique concentré, il reste du talc pur en paillettes d'un gris perlé ;

20 gr. minerai cru = minerai calciné. . . .				gr 19,00
5 carbonate de chaux = chaux. . . .				2,80
				21,80
Ont donné : Fonte.	gr. 8,40	total.		18,85
Scories.	10,45			
Chaux ajoutée.	2,80	oxyg.		2,95
Matières vitrifiables.	7,65 = 0,383			

La fonte était compacte, d'un gris foncé, à cassure grenue, un peu écailleuse ou cristalline. La scorie était compacte, pierreuse, opaque, d'un gris foncé et enveloppée d'une légère pellicule rouge, indice d'une petite quantité de titane.

---

39. *Analyse de l'*APATÉLITE ; par M. Meillet. (Revue scient., t. 2, p. 255.)

On trouve ce minéral à Meudon, à la dernière carrière des Moulineaux, et à Auteuil près d'une tuilerie. Il forme de petits rognons ou nodules

d'un jaune clair, disséminés çà et là dans les fausses glaises qui reposent sur de l'argile plastique, et dans un autre banc argileux qui est immédiatement superposé au conglomérat ossifère signalé par M. D'Orbigny. Il est friable : on l'a pris jusqu'ici pour de l'hydrate de fer, mais je l'ai trouvé composé de :

Acide sulfurique. .	0,4290	oxyg.	2.574
Peroxyde de fer. .	0,5330		1.652
Eau.	0,0396		352
	1,0016		

Formule $6SO^3 + 4F^2O^3 + 3H^2O$.

---

40. *Analyse de l'*AUGITE *des Açores*; par M. Hochstetter. (Journ. d'Erdman, t. 27, p. 375.)

L'échantillon provenait d'un tuf basaltique décomposé. Il formait de beaux cristaux maclés, ayant du reste la forme ordinaire.

P. s. = 3,174.

		Oxyg.	
Silice.	50,40		26,17
Protoxyde de fer.	22,00	5,00	
Chaux.	21,10	5,92	
Magnésie.	2,40	0,92	
Alumine.	2,99	1,41	13,25
Perte au feu. . . .	0,30		
	99,19		

L'oxygène est double de celui des bases, d'où on déduit la formule :



$\dot{R}_3\,\dddot{Si}_2$,

qui est bien celle admise jusqu'à présent pour l'augite : cependant les proportions des bases sont un peu différentes. La plupart des augites des

terrains volcaniques contiennent environ 6 p. o/o d'alumine, beaucoup de magnésie et au plus 12 p. o/o d'oxyde de fer. Dans l'augite qui a été analysée il y a presque autant de chaux que de protoxyde de fer, tandis qu'il y a peu de magnésie et d'alumine, de sorte qu'on peut regarder cette augite comme étant à base de chaux et de fer.

---

41. *Analyse d'un* FER TITANÉ, *du basalte d'Unkel, sur les bords du Rhin;* par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 53, p. 129.)

Oxyde ferreux. .	0,3916	oxygène.	891
Oxyde ferrique.	0,4807		1.473
Acide titanique.	0,1151		457
	0,9874		

Formule $\dot{F}e^2 \ddot{T}i + \dot{F}e \dddot{F}$.

---

42. *Analyse des* MINERAIS DE CUIVRE *de Tapézala* (Mexique); par M. P. Berthier.

Ces minerais sont qualifiés de *colorados cuivreux*, parce qu'on les considère comme provenant de la décomposition spontanée des pyrites. Ils occupent les affleurements des filons jusqu'à une assez grande profondeur, au-dessous de laquelle on ne trouve que du cuivre pyriteux mêlé de pyrites, etc.

Échantillon riche en carbonate. Morceau criblé de cavités qui sont en partie remplies de carbonate de cuivre cristallisé d'un beau bleu, à pâte d'un brun clair nuancé de brun noir et pénétrées de particules mattes, vertes ou d'un bleu

pâle. L'acide acétique en sépare tous les carbonates, mais seulement à l'aide d'une longue ébullition. Le résidu est brun et se dissout en partie dans l'acide muriatique avec un grand dégagement de chlore; il contient en outre du protoxyde de cuivre et du quartz.

L'analyse a donné :

Carbonate de cuivre bleu.	0,30
Carbonate de plomb. . .	0,03
Protoxyde de cuivre. . .	0,06
Peroxyde de manganèse. .	0,09
Peroxyde de fer.	0,05
Quartz.	0,41
Eau combinée au fer, etc.	0,06
	1,00

Échantillon riche en oxydes. Compacte, à cassure inégale, en partie luisante et brune, en partie grenue, terreuse et rougeâtre; on y aperçoit quelques veinules de carbonate de cuivre vert et quelques particules pyriteuses.

L'analyse a donné :

Carbonate de cuivre. . . .	0,060
Protoxyde de cuivre. . . .	0,045
Peroxyde de fer.	0,430
Quartz.	0,380
Eau combinée au fer. . .	0,085
	1,000

En mêlant ces minerais aux matières pyriteuses que l'on soumet au grillage, on conçoit que l'on détermine la production d'une forte proportion de sulfate de cuivre, sel que l'on sait être la substance essentielle du *magistral*.

---

43. *Analyse d'un* CUIVRE *gris contenant du* MER-

CURE de *Hongrie*; par M. Scheidtauer. (Ann. de Pog., t. 58, p. 154.)

Ce fahlenz remarquable a été rapporté par le professeur Leuschner de son Voyage géognostique en Hongrie, et je l'ai analysé à cause de son contenu en mercure. Il se trouve à Ketterbach, près Iglo, et il est très-probablement le même que le minéral compacte de Poratsch, dans la Haute-Hongrie, analysé par Klaproth, et dans lequel il a trouvé :

Antimoine.	19,50
Fer.	7,50
Mercure.	6,25
Cuivre.	39,00
Soufre.	26,00
Perte.	1,75
	100,00

Ce minéral ne se trouve qu'à l'état compacte en amas dans de la pyrite cuivreuse. Les fragments employés pour l'analyse ont été triés avec beaucoup de soin.

Le dosage du mercure qui ne s'était pas encore rencontré dans des cuivres gris présente de la difficulté : le minéral a été attaqué par un courant de chlore sec, suivant le procédé connu. Les chlorures volatils ont été ainsi séparés des chlorures plus fixes. Parmi les premiers, recueillis dans de l'eau contenant de l'acide chlorhydrique et de l'acide tartrique, se trouvait le chlorure de mercure. On sépara d'abord le soufre de la dissolution par le chlorure de baryum et l'excès de baryte fut précipité par l'acide sulfurique. La dissolution filtrée fut saturée par l'ammoniaque, et en ajoutant du sulfhydrate d'ammoniaque en excès, les sulfures d'arsenic et d'antimoine ont été sé-

parés des sulfures de fer, de zinc et de mercure. Les sulfures insolubles ont été redissous dans l'eau régale, et le mercure a été précipité à l'état de sulfure par l'hydrogène sulfuré. Ce sulfure, redissous dans l'eau régale et la dissolution presque saturée par de la potasse, a été traité par le formiate de soude pour précipiter le mercure à l'état de protochlorure. Tout le mercure ne fut pas précipité par ce moyen : le reste a été dosé à l'état de sulfure.

La dissolution des sulfures dans le sulfhydrate d'ammoniaque a été précipitée par de l'acide hydrochlorique faible, et les sulfures ont été séparés suivant la méthode connue au moyen du gaz hydrogène.

On ne peut pas précipiter le mercure par le formiate de soude de la dissolution aqueuse des chlorures volatils avant d'avoir séparé l'antimoine et l'arsenic, autrement le protochlorure de mercure entraînerait une proportion considérable d'antimoine.

J'ai exécuté trois analyses du minéral, mais je n'ai déterminé tous les éléments que dans une première analyse. Dans une seconde je n'ai pas pu obtenir la totalité du mercure; enfin dans une troisième il n'y a eu que le soufre de dosé.

	I.	II.	III.
Quartz et sable. . .	2,70	1,82	1,87
Antimoine.	18.48	18,50	
Arsenic.	3,98	4,10	
Fer.	4,90	5,05	
Zinc.	1,01	1,02	
Cuivre.	35,90	35,87	
Mercure.	7,52	»	
Soufre.	23,34	23,70	23,90
Plomb et argent. .	traces.	»	
	97,83		

Si la composition du fahlerz est exprimée par la formule $\overset{\prime}{R}_4 \overset{\prime\prime\prime}{R} + 2 \overset{\prime}{R}_4 \overset{\prime\prime\prime}{R}$, dans laquelle $\overset{\prime}{R}$ représente les sulfures de fer et de zinc, R les sulfures de cuivre et d'argent, et $\overset{\prime\prime\prime}{R}$ les sulfures d'arsenic et d'antimoine, on est conduit à se demander dans quel groupe doit figurer le sulfure de mercure, avec les sulfures $\overset{\prime}{R}$ ou $\overset{\prime}{R}$. On devait présumer que le sulfure de mercure appartiendrait à ce dernier groupe ($\overset{\prime}{R}$), parce que le métal présente une grande ressemblance dans ses combinaisons, surtout celles avec le chlore, avec les composés analogues du cuivre et de l'argent.

Mais si nous calculons la quantité de soufre qui serait prise par les différents métaux, nous arriverons à une autre conclusion.

18,18	antimoine se combinant dans	Sb^2S^3	avec	6,915 souf.
3,98	arsenic.	As^2S^3		2,555
4,90	fer.	$Fe\,S$		2,906
1,01	zinc.	$Zn\,S$		0,503
35,90	cuivre.	Cu^2S		9,125
7,52	mercure.	$Hg\,S$		1,180
7,52	*id.*	Hg^2S		0,590

Si le mercure est à l'état de sulfure $Hg^2\,S$ dans le minéral, la proportion de soufre combiné dans tous les sulfures métalliques sera 22,595 p. o/o. S'il y est au contraire à l'état de HgS la totalité du soufre est de 23,285 p. o/o, ce qui s'accorde mieux avec la proportion trouvée par expérience.

De plus, si l'on admet que le mercure se trouve dans le minéral à l'état de Hg^2S, les quantités de soufre dans les sulfures $\overset{\prime\prime\prime}{R}$, $\overset{\prime}{R}$, $\overset{\prime}{R}$ sont respectivement 9,470, 3,409, 9,716. S'il y est au contraire

à l'état de HgS, les mêmes rapports deviennent 9,470, 4,589, 9,125. Si les rapports des quantités de soufre de $\overset{'''}{R}$, $\overset{'}{R}$ et $\overset{'}{R}$ deviennent comme 9, 4, 8, ainsi que l'exige la formule générale des fahlerz, on trouve un résultat concordant avec la dernière supposition. Il faut de plus remarquer que dans des analyses aussi difficiles que celles des fahlerz, on perd toujours un peu d'antimoine et d'arsenic lorsqu'on exécute ces analyses au moyen d'un courant de chlore.

---

44. *Analyse d'un* CUIVRE GRIS MERCURIFÈRE *de Toscane;* par M. Kersten. (Ann. de Pog., t. 57, p. 131.)

Ce minéral vient de Guglielmo, dans le val di Castelo, auprès de Pietra Santa, en Toscane. Il se trouve dans des filons qui traversent la pierre calcaire. Il est d'un gris de fer, compacte, sans traces de clivage, à cassure imparfaitement conchoïde, assez éclatant. Sa p. s. est de 5,092. Il est complétement attaquable par le chlore gazeux, et difficilement par l'acide nitrique fumant. Analysé par le chlore et par l'eau régale, il a donné en moyenne :

Antimoine.	0,2747,	prenant soufre	0,1028	$\dot{Sb}$
Cuivre. . .	0,3580		0,0910	$\dot{Cu}$
Argent. . .	0,0033		0,0005	$\ddot{Ag}$
Zinc. . . .	0,0605		0,0302	$\dot{Zc}$
Fer.	0,0191		0,0113	$\dot{Fe}$
Mercure. .	0,0270		0,0042	$\dot{Hg}$
	0,7426			

Les quantités de soufre de $\dddot{R}$, $\dot{R}$ et $\dot{R}$ sont entre

elles : : 1028 : 458 : 915, ou environ : : 9 : 4 : 8; ce qui s'accorde avec la formule établie par M. H. Rose pour les cuivres gris.

---

45. *Notice sur les produits de la fonte des* MINERAIS DE CUIVRE *aux usines de Perm;* par le sous-lieutenant Choubine (Ann. des min. de Russie, 1840, p. 250.)

Les minerais de cuivre traités aux usines de Perm consistent principalement en carbonate bleu, hydrosilicate et vanadate, disséminés dans diverses espèces de grès. Quelques variétés d'argile schisteuse fournissent, en outre, une petite quantité de sulfure.

Ces minerais sont traités dans de grands fourneaux à cuve. On y ajoute, selon leur degré de fusibilité, 25, 30 et 35 par 100 de dolomie. Les produits de l'opération sont du cuivre noir, une fonte cuivreuse et des scories.

J'ai trouvé pour la composition du cuivre noir :

Protoxyde de cuivre .	0,0060
Cuivre.	0,9460
Fer.	0,0490
Scories.	0,0059
	1,0069

Pour la composition de la fonte cuivreuse :

Carbone.	0,0309
Silicium.	0,0098
Cuivre.	0.0999
Fer.	0,8333
Manganèse.	0,0291
	1,0030

et pour la composition des scories:

Silice.	0,5730
Deutoxyde de cuivre.	0,0021
Protoxyde de manganèse. .	0,0311
Protoxyde de fer.	0,0294
Alumine.	0,0672
Magnésie.	0,1022
Chaux.	0,1900
Soude.	0,0151
Potasse.	0,0094
	1,0225

Ce qui correspond à très-peu près à un bisilicate. Ces scories sont vitreuses, à cassure mi-conchoïde, mi-esquilleuse, et ont une couleur foncée uniforme.

Le lit de fusion produit 0,036 de cuivre noir, 0,027 de fonte cuivreuse, et 0,94 de scories.

---

46. *Notice sur la découverte du* VANADIUM, *dans les minerais et les produits des usines de Perm*; par le lieutenant Choubine. (Ann. des mines de Russie, 1839, p. 372 et 390.)

Sur le flanc oriental de la chaîne de l'Oural, entre les villes de Solikamks, Koungour et Orenbourg, la formation de calcaire coquillier est recouverte par la formation keuprique. L'étage inférieur de celle-ci consiste en gypse, marne et grès argileux. Cette dernière roche alterne avec la marne et est souvent imprégnée de minerais de cuivre, auquel cas elle est exploitée dans les gouvernements de Perm et d'Orenboug.

Ces minerais sont principalement : le cuivre sulfuré, le cuivre natif et le cuivre carbonaté; mais en 1838, on a remarqué, dans les mines de Voskressensk, un nouveau minéral qui forme un enduit terreux à la surface du grès métallifère, et

qui se trouve en outre en petites lamelles groupées sous forme de rognons; les lamelles minces et tendres de ce minéral étaient jaune de citron, et avaient un éclat de nacre : les enduits terreux étaient de la même couleur ou d'un vert d'herbe, mais leur poussière présentait toujours la couleur jaune qui lui est caractéristique. J'ai trouvé que ce minéral est le *vanadate* de cuivre. $\dot{Cu}\dddot{V}_2$.

Fondu au chalumeau avec du borax, dans la flamme réductive, il donne un globule de cuivre et un verre jaune qui prend la couleur verte en se refroidissant; traité par le nitre et mis ensuite en contact avec de l'eau chaude, il laisse une poudre noire qui n'est que de l'oxyde de cuivre, et la liqueur, additionnée d'un excès d'hydrosulfate d'ammoniaque, prend une couleur rouge.

J'ai recherché le *vanadium* dans tous les produits de l'usine, en même temps que dans le minerai. Pour cela j'ai fondu ces matières au creuset de platine avec du carbonate de soude, j'ai dissous la masse fondue dans de l'acide hydrochlorique faible, j'ai séparé la silice, j'ai repris la matière par de l'acide hydrochlorique faible et j'ai précipité le cuivre et le vanadium de la dissolution, par l'hydrogène sulfuré.

La fonte cuivreuse, le cuivre noir, le cuivre affiné et le cuivre en lingots, renferment du vanadium métallique. En traitant ces matières par l'acide nitrique étendu, et faisant passer dans la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré, le cuivre se précipite seul; en rapprochant ensuite la liqueur filtrée, et y ajoutant de l'hydrosulfate d'ammoniaque en excès, elle prend une couleur pourpre qui dénote la présence de l'oxyde de vanadium.

---

47. *Essai d'un minerai de* MERCURE *de Toscane*; par M. P. Berthier.

Ce minerai constitue un gîte que l'on dit être très-considérable, et qui se trouve au fond du golfe de la Spezzia, très-près de la côte, et à quelques lieues seulement de Carrare. Ce gîte fait suite à une mine qui est connue depuis plusieurs siècles, mais qui a été abandonnée il y a un grand nombre d'années.

La roche qui le recèle est un gneiss très-quartzeux qui passe au schiste micacé à mica argentin. Le minerai de mercure, qui consiste uniquement en cinabre, est disséminé irrégulièrement dans cette roche, tantôt en veines très-minces, tantôt en petits filons et tantôt en mouches; il accompagne particulièrement les parties quartzeuses. Le minéral est d'un beau rouge et cristallin, mais on ne le rencontre qu'extrêmement rarement sous des formes régulières.

On dit que, terme moyen, le minerai exploité pour être traité en grand, rend à l'essai 0,045 de mercure. Les échantillons qui ont été envoyés au laboratoire de l'École des mines étaient beaucoup plus riches; en les traitant successivement par l'acide muriatique et par l'eau régale, ils ont donné :

Hydrate de fer.	0,04
Matières pierreuses. . . .	0,79
Cinabre (par différence). .	0,17
	1,00

Par calcination au creuset de platine, ils ont perdu 0,17 de leur poids.

En les chauffant dans une cornue sans addition, il s'en dégage du cinabre d'un rouge foncé, pres-

que noir, et mêlé de quelques gouttelettes de mercure. Mais lorsqu'on mêle le minerai à son poids de litharge, il se sublime du mercure dans la proportion de 0,15, et il reste une scorie très-boursouflée d'un beau noir et semblable à une scorie de forge.

En soumettant le minerai pulvérisé et tamisé successivement à la lévigation et au lavage à l'augette, il donne :

Schlich de cinabre à peu près pur. .	0,10
Sable quartzeux absolument stérile. .	0,30
Schlam rouge comme le minerai brut.	0,60
	1,00

Comme ce minerai contient 0,17 de cinabre, il doit en rester 0,07 dans les 0,60 de schlam, c'est-à-dire un peu moins de 0,12 de son poids. Ainsi, par ce moyen, on pourrait séparer du minerai près des deux tiers du cinabre en nature qu'il contient, et réduire la masse à distiller à peu près de la moitié. Le cinabre extrait ainsi par le lavage, serait propre à être vendu comme matière colorante.

Lorsqu'un minerai de mercure est extrêmement pauvre, on ne peut en faire l'essai exact qu'en opérant sur une masse considérable, et l'opération est embarrassante quand on opère dans des cornues de verre, parce que ces cornues se ramollissent et se percent très-facilement. Dans ce cas, il vaut mieux traiter ce minerai par l'eau régale bouillante, bien laver, évaporer la liqueur à siccité et traiter en suite le résidu par voie sèche pour en extraire le mercure. Si la gangue était calcaire, il faudrait commencer par se débarrasser du carbonate de chaux, au moyen de l'acide acétique.

Le deutochlorure de mercure (sublimé corrosif), chauffé avec de la litharge, se volatilise sans altération. Si l'on ajoute du charbon à la litharge, ou si l'on remplace celle-ci par du plomb métallique, même employé en très-grand excès, le deutochlorure est ramené à l'état de protochlorure, qui se sublime; mais il ne se produit pas la moindre gouttelette de mercure. Le meilleur réactif à employer pour opérer cette réduction est le flux noir. Avec environ 3 p. de flux, la réduction est complète, pourvu cependant que l'on ait l'attention d'introduire par-dessus le mélange placé au fond de la cornue une petite quantité de flux noir pur. Une expérience qui a été faite sans prendre cette précaution, a produit 0,675 de mercure pour 1,000 de sublimé corrosif, qui en contient 0,738, et il y avait un dépôt blanc notable dans le col de la cornue.

Un moyen plus certain encore d'éviter la production de ce sublimé blanc, consiste à dissoudre le chlorure dans de l'eau, à y ajouter la quantité de flux noir jugée nécessaire, à évaporer à sec et à distiller ensuite dans une cornue de verre. Le carbonate de potasse décompose le chlorure, aussi voit-on le mélange prendre promptement une teinte rougeâtre, et ce mélange ne contient plus que de l'oxyde de mercure au lieu de chlorure.

On pourrait, par ce procédé, reconnaître des traces de mercure les plus minimes dans un minerai ou dans un produit d'amalgamation, et en déterminer aussi la proportion exacte, en n'employant que des cornues fort petites ou même des tubes de verre.

---

48. *Analyse des* MINERAIS DE PLOMB *et* D'ARGENT *nouvellement découverts aux environs de Carthagène (Espagne)*; par M. P. Berthier.

Ces minerais proviennent d'une mine qui a été découverte depuis peu de temps au lieu dit *Baranco Jaroso* (royaume de Murcie), entre Carthagène et le cap de Gates, dans une montagne allongée, située à deux ou trois lieues de la mer seulement. On dit que le filon a 3 mètres de puissance, qu'il est déjà connu sur une longueur de 1.200 mètres, qu'il est argentifère dans toute sa masse, et que sa teneur moyenne est de 0,003. On l'exploite déjà sur plusieurs points, et la montagne entière sera incessamment partagée entre 60,000 concessionnaires. Les exploitants vendent le minerai brut, et sans lui faire subir le moindre triage, 40 fr. le quintal métrique sur place. On transporte ce minerai à dos d'âne sur la côte, et là on le traite dans diverses usines qui ont été établies ad hoc tout récemment. Le traitement consiste à le griller, soit en tas, soit dans des espèces de fours à chaux, et à le fondre ensuite au fourneau à manche, en se servant pour combustible de coke préparé avec de la houille de France, ou avec de la houille d'Angleterre. Le plomb que l'on obtient est très-riche en argent : on le passe à la coupelle; mais jusqu'ici on n'a su tirer aucun parti des litharges, parce que le métal qu'elles produisent à la réduction est d'une aigreur extrême.

La gangue du filon est presque uniquement ferrugineuse; elle ne renferme point ou presque point de quartz, mais on y voit çà et là de la baryte sulfatée laminaire. Le minerai plombeux et

argentifère forme dans le filon plusieurs zones longitudinales plus ou moins épaisses.

Ce minerai consiste en galène, en sulfate de plomb et en sulfure d'argent, mêlés de matières ferrugineuses et antimoniales : on n'y a jamais observé d'argent natif, et il n'est pas aurifère. Sa richesse est extrêmement variable, comme le montrent les essais suivants :

Divers échantillons essayés en les fondant avec quatre fois leur poids de carbonate de soude, et coupellant le plomb obtenu, ont donné ;

A, galène à grandes facettes. Plomb 0,66, argent 0,001.

B, galène à grandes facettes. Plomb 0,79, argent 0,0093.

D, galène absolument compacte, à cassure presque unie et matte, mais mêlée çà et là de baryte sulfatée laminaire blanche. Plomb 0,38, argent 0,0036.

E, galène à très-petites facettes. Plomb 0,77, argent 0,0108.

G, minerai compacte, composé de zones alternatives d'une matière compacte, grise, sans éclat, que l'on a reconnu être du sulfate de plomb argentifère, et de galène à petites facettes, également argentifère. Plomb 0,52, argent 0,0068.

I, masse compacte, homogène, noire, à cassure presque unie, à laquelle adhérait une matière compacte d'un jaune d'ocre, entremêlée de veinules blanches un peu verdâtres. Plomb 0,52, argent 0,0055.

H, minerai compacte, d'un gris plus ou moins foncé, à cassure inégale et unie, matte (sulfate de plomb). Fondu avec 2 parties de flux noir, il a donné 0,59 de plomb, contenant 0,00525 d'argent.

Si l'on délaye dans l'eau les scories qui proviennent de ces différents essais, on trouve que la liqueur filtrée renferme du sulfure d'antimoine en proportion plus ou moins grande. La galène B en particulier en a donné une assez forte quantité.

Le minerai H est zoné de parties blanches ou presque blanches et de parties d'un gris plus ou moins foncé. En le traitant alternativement par du carbonate d'ammoniaque et de l'acide acétique, on trouve qu'il consiste presque uniquement en sulfate de plomb. Le résidu noir contient du sulfure d'argent et du sulfure de plomb, mêlés d'argile, mais ne renferme pas trace de matières antimoniales.

Le minerai I a une composition un peu différente. La partie de ce minerai, qui est noire, étant traitée par l'acide nitrique, produit une odeur sensible d'acide nitreux, mais sans qu'il y ait d'effervescence. La liqueur est légèrement colorée en vert; en l'évaporant à sec et reprenant par l'eau, il reste une petite quantité de matière blanche, essentiellement composée de sulfate de plomb, mais sans trace d'arsenic, et l'on trouve dans la dissolution 0,015 d'oxyde de cuivre et de l'argent.

Après cela, en soumettant le résidu du traitement du minerai par l'acide nitrique, à l'action alternative du carbonate d'ammoniaque et de l'acide acétique, on en sépare beaucoup de sulfate de plomb, et la matière qui ne se dissout pas pèse 0,30. Cette matière retient encore du sulfate de plomb, mais en la traitant successivement par l'acide muriatique bouillant et l'hydrosulfate d'ammoniaque, on obtient une dissolution qui donne par les acides un précipité de soufre doré, dont le

poids est d'environ 0,10. En outre il y a en mélange une proportion assez grande d'argile. Le minerai I (partie noire) contient donc du sulfate de plomb, de l'antimonite ou de l'antimoniate de plomb, du sulfure de cuivre, du sulfure d'argent et de l'argile.

Fondue avec deux parties de flux noir, cette matière noire donne 0,52 de plomb et une scorie, de laquelle l'eau extrait une assez grande quantité de kermès. Mais si avant de la fondre avec le flux noir, on l'a fait bouillir avec du carbonate d'ammoniaque pour en séparer l'acide sulfurique, elle donne 0,62 de plomb, et la scorie ne retient plus qu'une petite quantité d'antimoine. Le plomb peut être laminé, mais il est aigre. En le traitant par de l'acide nitrique, il ne se dissout d'abord que du plomb pur, et le résidu contient tout le cuivre, tout l'argent et tout l'antimoine : la proportion de celui-ci est d'environ 0,02 du poids du minerai.

La partie jaune du même minerai I est beaucoup plus antimoniale. Elle consiste en argile, sulfate de plomb et acide antimonieux qui est probablement combiné avec du plomb et peut-être aussi avec du fer. Il y en avait trop peu pour qu'on ait pu en faire une analyse rigoureuse.

La réunion du sulfure et du sulfate de plomb dans un même minerai est une circonstance qui ne s'est pas encore présentée et que l'on devrait mettre à profit pour le traitement métallurgique. Effectivement si l'on triait le minerai pour écarter les portions de gangue trop terreuses, on pourrait, en le fondant après cela au four à réverbère, le réduire immédiatement en plomb, du moins pour la plus grande partie, par l'effet de la réaction

du sulfate sur le sulfure, et pour ne rien perdre, il n'y aurait plus ensuite qu'à fondre les scories au fourneau à manche en les mélangeant avec le minerai pauvre, etc.

Quant au plomb aigre on pourrait le purifier par scorification; cependant si on le trouvait préférable, on pourrait en obtenir immédiatement une partie à l'état de pureté, en faisant passer l'antimoine dans les *abstrichs* et fractionnant les litharges; mais il serait nécessaire pour cela de s'abstenir de *filer* et prendre en une seule fois tout le plomb que l'on voudrait passer dans un affinage.

---

49. *Examen de différents* MINERAIS D'ARGENT *de Catorcé* (*Mexique*); par M. P. Berthier.

Ces minerais, ainsi que les produits métallurgiques qui les accompagnaient, ont été recueillis sur les lieux et rapportés en Europe par M. Duport.

Catorcé est situé à 50 lieues N.-N.-E. de Potosi, et 50 lieues E.-N.-E. de Zacatecas, et à 2700 mètres au-dessus de la mer. Les mines occupent un espace d'environ 10 lieues de longueur sur 1 $\frac{1}{2}$ lieue de largeur. Les filons se dirigent de l'est à l'ouest, et sont presque verticaux. Ils traversent des pierres calcaires grises et coquillées, qui paraissent être de formation jurassique, jusqu'à une profondeur de plus de 500 mètres. Il y a dans les environs des schistes verts qui passent aux schistes talqueux, et quelquefois du grès. Les gangues sont peu quartzeuses et consistent le plus souvent en carbonate de chaux manganésé. Les travaux d'exploitation ont déjà atteint la profondeur de 500 mètres, et ont fait voir qu'il existe aux affleurements des filons une très-grande épaisseur de *colorados*.

On distingue à Catorcé le *minerai* (*ou argent*) *bleu*, le *minerai* (*ou argent*) *cendré*, et le *minerai* (*ou argent*) *vert*.

Argent bleu (*plata azul*). Ce minerai est d'un gris foncé tirant un peu sur le bleu et sans éclat métallique. Il se trouve ordinairement en très-petites parties, de formes irrégulières, disséminées dans la gangue; mais M. Duport étant parvenu à s'en procurer un morceau de la grosseur d'un petit œuf, j'ai pu en faire une analyse exacte. Ce morceau était irrégulièrement arrondi et enveloppé d'une sorte de croûte friable composée de sable quartzeux, coloré par de l'oxyde de fer; mais à l'intérieur la masse était homogène, compacte, à cassure unie ou grenue, mate, et d'un gris foncé un peu bleuâtre.

Lorsque l'on fait bouillir cette matière avec de l'acide acétique, il y a effervescence, et il se dissout de l'oxyde de plomb. Le résidu est d'un gris noir et mat; si on traite ce résidu par l'acide nitrique, il se dissout de l'argent et il se produit du sulfate de plomb; mais si on le fait digérer dans de l'acide muriatique bouillant, il y a dégagement de gaz hydrogène sulfuré, et il se forme des chlorures de plomb et d'argent, que l'on peut séparer l'un de l'autre au moyen de l'eau. Si ensuite on verse de l'ammoniaque sur le résidu, le chlorure d'argent se dissout, et il reste du sable pur. L'analyse faite par l'un et l'autre de ces moyens a donné :

Carbonate de plomb.	0,60
Sulfure de plomb.	0,25
Sulfure d'argent.	0,14
Sable quartzeux.	0,01
	1,00

D'après cela, on voit que l'argent bleu est ana-

logue par sa nature à ce que nous appelons en Europe le *plomb noir* : seulement le plomb noir ne contient que quelques centièmes de sulfures de plomb et d'argent, tandis que l'argent bleu est beaucoup plus riche.

Le carbonate de plomb se trouve aussi à Catorcé à l'état isolé; on le considère dans le pays comme de l'oxyde de plomb, mais il se dissout avec effervescence dans l'acide acétique, et l'analyse a montré que l'oxyde y est complétement saturé d'acide carbonique. Un morceau assez gros, compacte, à cassure unie ou raboteuse, d'un blanc perlé nuancé de blond et de rouge, a été trouvé composé de :

Carbonate de plomb.	0,78
Sable et argile.	0,22
	1,00

2. *Argent cendré.* Le morceau était nuancé de gris cendré, de gris violacé et d'un brun d'ocre rouge ou jaune, à cassure inégale et mate. Il était confusément mêlé de matières pierreuses, et l'on y voyait çà et là des croûtes minces d'un violet grisâtre, tendres, qui n'étaient autre chose que du chlorure d'argent pur. En traitant ce minerai successivement par de l'acide nitrique, de l'ammoniaque et de l'acide muriatique, il se dissout de l'argent avec dégagement de gaz nitreux, du chlorure d'argent et de l'oxyde de fer, et il reste du quartz pur. L'analyse a donné :

Sulfure d'argent.	0,13
Chlorure d'argent.	0,20
Oxyde et hydrate de fer. . . .	0,18
Quartz.	0,49
	1,00

A l'essai, on obtient 0,25 d'argent qui ne renferme pas la plus petite trace d'or.

3° *Argent vert.* On qualifie ainsi au Mexique tous les minerais d'argent qui ont une certaine teinte verdâtre, mais on doit en distinguer de deux sortes : 1° le bromure, et 2° les minerais qui contiennent du carbonate de cuivre.

Il paraît que le bromure d'argent est abondant dans les mines de Catorcé, mais je n'en ai vu qu'un échantillon. Il avait l'aspect des colorados ordinaires, et consistait en quartz un peu carié, coloré par de l'hydrate et de l'oxyde de fer, et taché çà et là de points d'un vert olive consistant en bromure d'argent pur.

Les minerais vert cuivré sont variés de composition et assez remarquables. J'en ai examiné trois échantillons portant dans la collection les numéros 1, 3 et 10.

L'échantillon n° 1 consistait en une masse de chaux carbonatée confusément cristallisée, divisible par le choc en grands rhomboïdes translucides, le plus ordinairement d'un gris de cendre, quelquefois d'un blanc laiteux et assez souvent de couleur ocracée comme les fers spathiques altérés. La matière argentifère était disséminée dans cette masse en petits amas irréguliers, qui souvent paraissaient comme fondus dans la matière calcaire, mais en outre elle s'y trouvait sous forme de filon de plusieurs millimètres d'épaisseur, en sorte qu'on a pu en obtenir une certaine quantité à l'état de pureté.

Cette matière est compacte, à structure grenue, tendre, presque terreuse et mate, d'un jaune de paille tirant sur le jaune serin, et çà et là mélangée de parties vertes évidemment cuivreuses et

de particules d'un noir mat, prenant un peu d'éclat sous le couteau, et qui ont tous les caractères du sulfure d'argent.

En faisant bouillir la matière porphyrisée avec de l'acide acétique, il se dissout 0,30 de carbonate de cuivre, sans qu'il se dissolve autre chose, et le résidu est d'une couleur jaune serin pur. Ce résidu, après qu'il a été desséché, ne dégage pas sensiblement d'eau par la calcination dans un tube de verre; il ne fond pas, et il acquiert seulement une couleur un peu plus foncée. L'ammoniaque lui enlève une très-petite quantité d'argent, qui doit s'y trouver à l'état de chlorure : l'acide nitrique en dissout une proportion plus considérable, qui s'y trouve à l'état de sulfure, et il dissout en même temps une très-petite quantité de plomb. L'acide muriatique concentré et bouillant le transforme presque en totalité en chlorure de plomb; la liqueur donne par l'eau un abondant précipité blanc, et l'on trouve qu'elle renferme beaucoup d'antimoine avec du plomb et un peu de fer. C'est donc évidemment de l'antimonite ou de l'antimoniate de plomb anhydre qui forme la partie principale du minerai.

Pour avoir une idée de la composition de cet antimonite, on a traité 10 grammes de minerai trié par de l'acide acétique bouillant, et l'on a ensuite fondu le résidu lavé avec 12 grammes de flux noir. On a obtenu un culot métallique pesant 2gr.,3=0,23 au moins. Ce culot était gris et très-cassant; après l'avoir broyé, on l'a traité à diverses reprises par de l'acide muriatique concentré et bouillant, et bien lavé à chaque reprise d'acide; tout le plomb s'est dissous, et en même temps une petite quantité de cuivre qui avait échappé à l'ac-

tion de l'acide acétique, une petite quantité de chlorure d'argent et une très-petite quantité d'antimoine, et on a eu un résidu du poids de 1 gr. qui se composait d'antimoine et d'argent, mêlés d'une faible proportion de chlorure d'argent. On l'a traité par de l'acide muriatique, auquel on a ajouté successivement de l'acide nitrique à petites doses; on a décanté à diverses reprises, et on a enlevé le chlorure d'argent formé par l'ammoniaque, puis on l'a précipité de la dissolution par un acide; on en a obtenu $0^{gr},20 = 0,15$ d'argent, ce qui doit être un minimum; on en conclut par différence $0^{gr},85$ pour la quantité d'antimoine. Le culot devait donc contenir environ :

	gr.	
Plomb.	1,20	0,52
Antimoine.	0,90	0,40
Argent.	0,20	0,08
	2,30	1,00

L'antimonite de plomb qui se trouve dans le minerai de Catorcé est analogue au minerai de Nestschinsck, que Pfaff a analysé (Beudant, t. 2, p. 618). Il sera intéressant d'en faire une analyse complète, quand on pourra s'en procurer des morceaux un peu gros et purs.

Le spath calcaire, qui sert de gangue à ce minerai, est mélangé mécaniquement d'une petite quantité de peroxyde de manganèse, qui s'y trouve disséminé en particules extrêmement ténues, et il renferme en outre 0,03 de carbonate de manganèse en combinaison, sans fer ni magnésie.

L'échantillon n° 3 était compacte, très-lourd, à cassure inégale, d'un brun d'hydrate de fer dans la plus grande partie de sa masse, mais moucheté et mêlé çà et là de petites parties blanches na-

crées laminaires et de parties vertes. En traitant le minerai broyé par de l'acide nitrique faible, il se dissout du carbonate de chaux, du carbonate de plomb et du carbonate de cuivre; puis, en le traitant par l'ammoniaque, il se dissout une quantité notable de chlorure d'argent. Après cela, en le faisant bouillir avec de l'acide nitrique concentré, il y a dégagement de gaz nitreux; il se dissout une quantité d'argent beaucoup plus grande que celui que prend l'ammoniaque, et le résidu pèse 0,60. En faisant bouillir celui-ci avec de l'acide muriatique concentré, tout l'oxyde de fer se dissout, et il reste du quartz parfaitement blanc, et dans lequel, même à la loupe, on n'aperçoit aucune particule de bromure d'argent.

Pour déterminer exactement la richesse du minerai en argent, on en a fondu 10 gr. avec 20 gr. de flux noir, et on a analysé le culot, du poids de 0gr,90, que l'on a obtenu, en le traitant par l'acide nitrique, etc.; cet acide n'ayant laissé aucun résidu, on doit en conclure que le minerai ne renfermait pas du tout d'antimoine. En définitive, on a trouvé, pour la composition de ce minerai :

Argent (sulfuré et chloruré).	0,015
Carbonate de plomb.	0,120
Carbonate de cuivre vert. . .	0,030
Carbonate de chaux.	0,255
Hydrate de fer.	0,180
Quartz.	0,400
	1,000

L'*échantillon n°* 10 était donné comme contenant un mélange d'argent vert et d'argent bleu. On y distinguait, outre du quartz et des matières ferrugineuses, des parties d'un jaune pâle ou d'un

jaune verdâtre, et des parties d'un gris foncé et mates. En le traitant à diverses reprises par de l'acide acétique bouillant, il s'est dissous du carbonate de chaux et du carbonate de cuivre, et le résidu, du poids de 0,42, a pris l'aspect d'une argile ferrugineuse. A l'aide de l'acide nitrique on a retiré de ce résidu 0,01 d'argent, qui devait s'y trouver à l'état de sulfure, mais ensuite l'ammoniaque n'a absolument rien dissout, et enfin, en le traitant par de l'acide muriatique concentré, il s'est comporté comme un mélange d'argile et de quartz contenant de l'hydrate de fer et une petite quantité d'antimonite de plomb, et il n'a pas présenté la moindre apparence de bromure d'argent.

Minerais broyés. A Catorcé, on lave le minerai passé à l'*arrastre* sur des tables nommées *Planilla*, et l'on traite au Patio les boues légères, et au Cazo le sable riche qui reste sur les tables. Ce sable ne forme que le cinquantième tout au plus du poids du minerai; mais il renferme 0,02 d'argent, tandis que les boues n'en contiennent que moins de 0,001.

Au Cazo, la perte en mercure ne s'élève pas à plus de 1 1/2 pour 100 du poids de la matière traitée, ce qui revient à 5/8 d'once par marc d'argent. Au Patio, la perte en mercure est de 9 à 10 onces par marc d'argent. On n'y ajoute pas de magistral, mais seulement 2 pour 100 de sel marin.

Les sables préparés (nos 22, 23 et 24 de la collection) rapportés par M. Duport contenaient la presque totalité de l'argent à l'état de bromure.

Le *sable riche n° 22* est en poudre de couleur blanche, dans laquelle on ne distingue pas la plus

petite trace de matière métallique. L'acide nitrique enlève à ce sable une petite quantité d'argent et le tiers de son poids de carbonate de chaux. Si enfin, on le traite par de l'acide muriatique, il se dissout de l'oxyde de fer et il reste du quartz blanc mêlé de très-petits grains d'un vert d'huile d'olive : l'ammoniaque en excès et bouillant dissout ces grains, et en saturant la liqueur par de l'acide sulfurique, il se précipite une substance argentifère qui a tous les caractères du bromure.

100 gr. de ce sable ayant été lavés à l'augette à main ont donné :

3g.,70	schlich pesant, resté sur l'augette.
9g.,00	schlich moins pesant entraîné le dernier.
87g.,30	boues (par différence).
100g.,00	

Le schlich pesant se composait de grains vert olive mêlés de grains bruns, de grains pierreux d'un blanc sale et de quelques particules métalliques ayant l'aspect de l'argent natif. On l'a traité d'abord par l'acide acétique; il y a eu effervescence sensible, et il s'est dissous du carbonate de chaux et une trace de carbonate de plomb; ensuite, avec l'acide muriatique, il y a eu dégagement de chlore, et il s'est dissous du manganèse, du fer, un peu d'antimonite de plomb et une petite quantité de chlorure d'argent. Après cela, le résidu a pesé 2gr,80; il paraissait contenir quelques particules d'argent métallique. Effectivement, on en a enlevé une quantité notable, quoique peu considérable; mais les grains verts de bromure qui restaient étaient mêlés d'une proportion considérable de grains pierreux blancs que l'on ne peut pas en séparer par le lavage, et qui sont probablement du sulfate de baryte.

Les 9 gr. de sable moins pesant ayant été traités par l'acide muriatique faible, il s'est dissous du carbonate de chaux sans plomb; ensuite l'acide nitrique a dissous une trace d'argent métallique; il y a eu abondant dégagement du chlore et dissolution de manganèse et de fer; mais il est resté des grains d'oxyde rouge de fer qui ne pourraient se dissoudre qu'à la faveur d'une longue ébullition; et enfin, on a obtenu un sable composé de grains blancs pesants qui paraissent être du sulfate de baryte, et mêlés de quelques petits grains verts de bromure que l'on ne peut pas en séparer par le lavage.

On voit par ce qui précède que si l'on soumettait à un nouveau lavage le sable préparé pour le Cazo, on pourrait, en le réduisant à 12 pour o/o de son poids, en extraire un schlich métallique, dans lequel tout l'argent se trouverait concentré, et qui en contiendrait environ 0,15. Un tel schlich serait propre à être employé pour la préparation du brôme.

Le *minerai préparé en grand par le Patio* (*n°* 25) est presque incolore et ne présente qu'une légère couleur blonde. L'acide nitrique lui enlève beaucoup de carbonate de chaux sans plomb ni cuivre, et le résidu ne présente aucune apparence de grains verts. Le minerai donne moins de 0,001 d'argent à l'essai.

Les *matières qui sont séparées de l'amalgame par la lévigation après l'opération du Patio* (*n°* 24) sont en poudre très-fine et de couleur blonde. Lorsqu'on les lave à l'augette, on en extrait 0,04 de sable, composé de grains de quartz et de grains de chaux carbonatés; mais ce sable, chauffé dans un tube de verre, ne laisse pas dégager la plus

petite trace de mercure. Les boues renferment le tiers de leur poids de carbonate de chaux, 0,06 d'oxyde de fer et environ 0,002 d'oxyde de cuivre, qui provient probablement des boues de Cazo, que l'on ajoute au minerai qui doit passer au patio.

---

50. *Analyse des* COLORADOS *de San Clemente* (Mexique); par M. P. Berthier.

Les mines de San Clémente, qui renferment beaucoup de *métal négro* (mélange de blende, de pyrite, de galène, etc.), fournissent aussi une assez grande quantité de *colorados*, qui se présentent, comme partout, à la partie supérieure des filons. Ces colorados sont ocreux, caverneux et presque friables : les uns ont une couleur jaune d'ocre, et les autres une teinte blonde peu foncée. Lorsqu'on les traite par l'ammoniaque, il se dissout une assez grande quantité de chlorure d'argent : l'acide nitrique dissout ensuite encore de l'argent, mais en quantité beaucoup moindre. Avec l'acide muriatique, il y a une légère effervescence due à la présence d'une petite quantité de carbonate de plomb, et il reste du quartz blanc tout pur. Les deux variétés ont donné à l'analyse :

	Colorado jaune.	Colorado blond.
Quartz.	0,130	0,820
Carbonate de plomb.	0.025	0,100
Argent.	0,010	0,010
Hydrate de fer. . .	0,835	0,070
	1,000	1,000

---

51. *Note sur le* MINERAI D'ARGENT *et* D'OR *de Guadalupe-y-Calvo* (Mexique); par M. P. Berthier.)

Selon ce que rapporte M. Duport, la mine de

Guadalupe-y-Calvo n'est découverte que depuis huit ans, et l'on en a déjà extrait pour 20 millions d'argent et 10 millions d'or. Elle est située dans la partie la plus septentrionale du Mexique, près du village indien nommé Narogana, sur la Sierra-Madre-de-Durango, à la hauteur d'environ 2600 mètres au-dessus de la mer. Elle consiste en un vaste filon de quartz qui fait saillie au-dessus des roches environnantes, et qui a reçu, à cause de cela, la qualification de *creston.*

Les roches dont se compose la montagne sont des porphyres argileux, des syénites, des diorites, etc. Au-dessous des porphyres, il y a du grès rouge, des brèches trachitiques, des schistes chloritiques et des schistes argileux verdâtres. Le filon se dirige du N.-O au S.-E., et incline de 60°; sa puissance varie de 2^m,5 à 17 mètres. Il cousiste en quartz blanc compacte ou carié, contenant en général, à l'état de dissémination extrême, une substance métallique d'un gris noir, lamellaire et presque sans éclat, au milieu de laquelle on voit çà et là des grains ou petits amas de pyrite de fer, de cuivre pyriteux et des lamelles d'un gris métallique plus ou moins éclatant qui sont formées: de sulfure de plomb ou de sulfure d'argent L'or s'y trouve disséminé en très-petites parties, mais il est souvent visible. La masse du minerai que fournit l'exploitation ne renferme pas plus de 0,013 de matières métalliques, et sa richesse moyenne varie entre 0,0023 et 0,0039 d'argent, et 0,0002 et 0,0036 d'or; mais le filon présente çà et là des boules ou des amas dans lesquels les sulfures sont en très-grande proportion, et qui alors sont extrêmement riches en argent.

On traite les minerais de Guadalupe-y-Calvo

au patio, après les avoir broyés dans des arrastres qui sont mis en mouvement par des cours d'eau. On met du mercure dans ces arrastres pour enlever la plus grande partie de l'or ; puis on ajoute au minerai dans le patio 4 1/2 p. 100 de sel marin, 1/4 p. 100 de magistral et 6 p. 100 de l'argent qu'il contient de mercure et d'un amalgame de cuivre qui renferme 33 de cuivre p. 100 d'argent. Par ce moyen, on assure que la perte du mercure est réduite à 5 onces par marc d'argent, et l'amalgame solide que l'on obtient ne contient cependant pas plus de 0,02 à 0,04 de cuivre.

On lave le résidu amalgamé. Les boues entraînent 0,0004 d'argent ; elles sont abandonnées ; mais on traite le résidu pyriteux qui surnage l'amalgame par la méthode de Freyberg, c'est-à-dire en le grillant avec addition de 0,15 de sel marin et le *tournant* ensuite dans des tonneaux avec des morceaux de fer. L'amalgame que l'on obtient par ce moyen contient 0,100 de cuivre et 0,013 d'argent.

Pour préparer l'amalgame de cuivre, on suit deux méthodes : 1° on précipite du sulfate de cuivre par du fer, et on *tourne* le précipité dans un tonneau avec du mercure ; 2° ou bien on grille du cuivre pyriteux avec addition de 0,15 à 0,30 de sel marin, et on tourne la matière grillée avec du fer et du mercure ; l'amalgame obtenu contient, terme moyen, 0,133 de cuivre et 0,002 d'argent. Pour juger de ce qui se passe dans ce dernier procédé, j'ai grillé dans un têt, à une chaleur qui ne dépassait pas le rouge sombre, 10 gr. de cuivre pyriteux en poudre fine et mêlé avec 3 gr. de sel marin. Il s'est dégagé quelques vapeurs blanches qui coloraient la flamme en vert, et la matière ne s'est pas agglomérée. On l'a retirée quand on a cessé de sentir

l'odeur de l'acide sulfureux; on l'a délayée avec des doses d'eau successives, et on l'a ensuite complétement lavée sur un filtre. Les premières liqueurs étaient bleues et limpides, mais les eaux de lavage y ont occasionné un précipité blanc qui a verdi à l'air et qui avait tous les caractères du protochlorure de cuivre. 1 gr du résidu lavé ayant été traité par l'acide nitrique pur, tout le cuivre s'est dissous sans trace de fer, et la liqueur contenait 0gr,052 de chlore, mais sans la moindre quantité d'acide sulfurique. Un autre gramme du même résidu ayant été dissous dans l'acide muriatique, on y a trouvé 0gr,25 d'oxyde de cuivre. D'après ces faits, on voit que la moitié environ du cuivre que contenait le minerai a été rendue soluble, et que l'autre moitié est restée dans le résidu à l'état d'oxychlorure très-basique, sans qu'il se soit formé trace de sous-sulfate, tout l'acide sulfurique qui se forme dans le grillage se combinant avec la soude. Ainsi dans cette opération, le sulfure de cuivre se comporte absolument comme le sulfure d'argent.

En traitant successivement par l'acide muriatique bouillant, qui dissout toute la blende et toute la galène, et par l'eau régale, qui dissout la pyrite de fer et le cuivre pyriteux, on a trouvé dans un morceau de minerai de Guadalupe-y-Calvo des plus riches en substances métalliques :

Blende notablement ferreuse.	0,25
Galène.	0,11
Pyrite de fer.	0,06
Cuivre pyriteux.	0,06
Sulfure d'argent.	0,01
Quartz.	0,51
	1,00

En le chauffant avec son poids de borax, il donnait une masse grise qui restait disséminée à l'état scoriforme dans la matière vitreuse, à cause de la grande proportion de la blende.

Le sulfure d'argent que renferme le minerai de Guadalupe n'est pas pur : il est de la nature de la variété que l'on nomme *argent sulfuré aigre*, et sa composition est variable. J'en ai examiné deux échantillons qui ont pu être séparés assez exactement de la gangue : l'un se trouvait dans une fissure en forme de lamelle, d'un gris métallique assez semblable à la couleur de la galène, mais moins brillant : il était un peu ductile. L'acide muriatique ne l'attaquait que très-difficilement et incomplétement. Il contenait approximativement :

Sulfure d'argent. . .	0,72
Sulfure de cuivre. .	0,13
Sulfure d'antimoine.	trace.
Quartz.	0,15
	1,00

Le second échantillon était semblable au précédent par la couleur; mais il en différait en ce qu'il formait des cristaux assez gros et d'apparence assez régulière. Ces cristaux avaient jusqu'à un centimètre de diamètre, et consistaient en tables hexagonales superposées en retrait les unes sur les autres, mais de manière à ne former que des masses très-aplaties qui ne se prêtaient à aucune dissection, parce que leur cassure n'était nullement lamelleuse : ce minéral était cassant et facilement réductible en poudre; sa poussière était d'un gris noirâtre sans nuance de rouge, et elle n'était que faiblement attaquée par l'acide muriatique. L'analyse a donné environ :

Sulfure d'argent. . .	0,84	
Sulfure de cuivre. .	0,08	au moins.
Sulfure d'antimoine.	0,08	au plus.
	1,00	

Le schlich métallique qui provient du lavage du minerai traité au patio se compose essentiellement de pyrite; mais il retient encore la moitié de son poids de gangue quartzeuse qu'il est très-facile d'en séparer à l'augette. En outre, on peut, au moyen du barreau aimanté, en séparer environ 0,01 de grains noirs magnétiques, qui, d'après l'observation qui a été faite sur les lieux, ne sont pas accidentels et se retrouvent dans toute la masse du minerai. Ces grains sont de l'oxyde de fer magnétique pur, ou dans lequel on ne trouve tout au plus qu'une trace de cuivre qui provient évidemment d'un mélange de pyrites.

---

52. *Analyse du* MINERAI D'ARGENT *de Simon* (Mexique); par M. P. Berthier.

La mine de Simon n'a été découverte qu'en 1840, et M. Duport l'a visitée en 1842. Elle est située à 9 lieues à l'ouest de Guadalupe-y-Calvo, au milieu d'une diorite qui repose sur une syénite à cristaux de hornblende bien caractérisés. Le gîte métallifère est sur une espèce de bastion appuyé contre le sommet de la chaîne qui sépare la petite vallée de Simon de la vallée de Dolorès. C'est sur la partie supérieure du bastion que l'on a observé le minerai. On le trouve sur une longueur de plusieurs centaines de mètres, et sur une largeur qui varie de 20 à 30 mètres. On ne sait pas encore si c'est un filon ou un

dépôt, parce que la gangue et la roche sont dans un grand état de désagrégation à la surface du sol, et que, jusqu'à présent, on n'a pratiqué que des travaux peu profonds sur ce gîte.

Le minerai consiste essentiellement en une substance pierreuse noire, noir grisâtre, ou quelquefois légèrement verdâtre, presque sans éclat, à cassure inégale, qui se présente quelquefois dans les cavités sous forme de petits prismes cannelés à sommets presque arrondis, et qui ont l'aspect de la tourmaline. Cette roche est criblée de cavités et semble avoir contenu des substances qui ont disparu par décomposition. Ces cavités sont remplies d'argile ferrugineuse de couleur blanche ou jaunâtre, tirant quelquefois sur le verdâtre. La roche renferme de la baryte sulfatée laminaire blanche ou rougeâtre, quelquefois même en assez forte proportion, mais on n'y voit pas de quartz et on n'y aperçoit pas non plus la plus petite trace de matière métallique, même dans les morceaux les plus riches. Ce minerai est une espèce de *colorado*.

M. Duport en a essayé un grand nombre d'échantillons, et il y a trouvé depuis 0,0036 jusqu'à 0,0146 d'argent aurifère. L'argent y est dans un état tel qu'il se dissout en partie dans l'ammoniaque (chlorure), et en partie dans l'acide nitrique; et tantôt c'est l'acide, et tantôt l'ammoniaque qui en dissout le plus, selon les échantillons.

Outre ces substances, le minéral renferme du sulfate de plomb, disséminé dans l'argile en particules indiscernables et quelquefois en proportion considérable, et des sous-sulfates de fer et d'alumine.

10 gr. de l'échantillon portant le n° 18 dans la

collection remise par M. Duport au laboratoire de l'Ecole des mines, ayant été traités par de l'acide nitrique, il s'est dissous de l'argent et une quantité notable d'oxyde de fer. Le résidu fondu avec 50 gr. de litharge et 0gr,50 de charbon, a donné 10 gr. de plomb, qui, par coupellation, a laissé 0gr,017 d'argent = 0,0017, représentant la proportion de ce métal, qui se trouve dans le minerai à l'état de chlorure. 10 gr. ayant été mis en digestion dans de l'ammoniaque et bien lavés, le résidu desséché a été partagé en deux portions égales. La première, fondue avec 30 gr. de litharge et 0gr,40 de charbon, a donné gr. de plomb, qui ont laissé à la coupellation 0gr,022 d'argent = 0,0044, représentant la proportion de ce métal qui se trouvait dans le minerai à l'état natif ou à l'état de sulfure. La seconde portion a été traitée par l'acide nitrique pur, puis fondue de même avec 30 gr. de litharge et 0gr,40 de charbon. On a eu 10 gr. de plomb contenant 0gr,004 d'argent = 0,008, petite quantité qui a échappé à l'action de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, et qui, en outre, contenait beaucoup d'or. Il résulte de ces essais que le minerai n° 18 contient :

Argent à l'état de chlorure. . . .	0,0017
Argent natif ou sulfuré et or. .	0,0044
	0,0061

Le même minerai ayant été fondu à l'état brut avec 2 p. de flux noir et 1 p. de borax, a donné 0,082 de plomb, qui, par coupellation, n'a laissé que 0,0044 d'argent, une partie de ce métal était par conséquent restée dans les scories sulfureuses provenant de la fonte au creuset. Les 0,082 de plomb représentent au moins 0,13 de sulfate.

Pour bien connaître la nature de la gangue des minerais de Simon, on en a broyé une certaine quantité que l'on a soumise à la lévigation tout en la broyant, et l'on a recueilli d'une part les parties d'apparence terreuse qui ont été entraînées par l'eau, et de l'autre part, la pierre noire qui s'est accumulée dans le résidu.

La matière terreuse desséchée perd 0,14 d'eau et d'acide sulfurique par calcination. En la traitant par l'acide nitrique bouillant, il se dissout du fer et de l'alumine, et une quantité notable de sulfate de plomb, et la liqueur renferme une assez forte proportion d'acide sulfurique. Le résidu étant ensuite traité successivement par l'acide muriatique et l'alcool, on trouve dans la dissolution du fer, de l'alumine et de l'acide sulfurique; puis par l'eau, on lui enlève du chlorure de plomb, et après cela, par l'ammoniaque, 0,01 de chlorure d'argent, et enfin, il reste de la pierre noire mêlée d'une certaine quantité d'argile.

L'analyse a donné :

Sulfate de plomb.	0,180
Oxyde de fer.	0,220
Alumine.	0,030
Oxyde de cuivre.	0,005
Acide sulfurique.	0,055
Eau.	0,080
Chlorure d'argent.	0,010
Argent natif ou sulfuré. . . .	0,004
Matières pierreuses.	0,416
	1,000

L'acide sulfurique doit constituer, avec l'oxyde de fer, l'alumine et l'eau des sous-sulfates hydratés Voilà pourquoi le minerai est de couleur blonde,

quoiqu'il contienne une proportion très-forte d'oxyde de fer.

La partie pierreuse noire a été lavée avec précaution sur l'augette pour tâcher de la purifier; mais il a été impossible d'en séparer la totalité des matières étrangères, et on n'a pu, à cause de cela, en déterminer la composition rigoureuse. Néanmoins, l'analyse que l'on en a faite suffit pour mettre sa nature spécifique hors de doute, et prouve que cette pierre fait partie de la famille des tourmalines. Elle ne perd absolument rien par la calcination. Elle est absolument inattaquable par les acides les plus forts, et l'acide fluorique même n'agit sur elle que lorsqu'il est à son plus grand état de concentration. Traitée, 1° par la potasse caustique, et 2° par le carbonate de baryte, elle a donné :

Silice.	0,400
Alumine.	0,265
Peroxyde de fer.	0,120
Magnésie.	0,085
Soude.	0,030
	0,900

et elle renferme en outre une forte proportion d'acide borique, dont on reconnaît aisément la présence par la coloration en vert de la flamme de l'alcool, etc.

Le minerai de Simon présente une association de substances qui n'avait pas encore été observée.

---

53. *Sur l'*OR *cristallisé*; par M. Awdeef. (Ann. de Pog., t. 53, p. 153.)

L'or et l'argent se trouvent unis ensemble dans

la nature sous forme de cristaux, en toutes sortes de proportions, ainsi que l'a montré M. G. Rose. En général, les cristaux dodécaèdres sont les plus riches en or, et ils n'en renferment pas moins de 0,91. Viennent ensuite les tétraèdres, puis les octaèdres.

---

54. *Sur une très-grosse* PÉPITE D'OR *trouvée dans la partie méridionale de l'Oural*; par M. Kokcharoff (Ann. de Ch., t. 7, p. 243.)

La plus grande pépite trouvée jusqu'ici dans les monts Oural avait un poids de 10k,233 (24f,69 zoloniks); la pépite trouvée le 7 novembre 1842 pèse 36k, 017, ou 2 pouds 7 liv. 92 zolotniks. C'est dans les alluvions de Miask, dans la partie méridionale de l'Oural, pente asiatique, près des mines de Zarevo-Nicolaefsk et le Zarevo-Alexandroesk, qu'elle a été rencontrée.

En 1842, le poids total de l'or exploité en Russie a été de 16.000 kil. ou 970 pouds.

---

55. *Analyse de quelques* MINERAIS DE TELLURE *de Transylvanie*; par M. W. Petz. (Ann. de Pog., t. 57, p. 467.)

J'ai étudié avec soin le *tellursilber*, le *schrifterz*, le *weisstellur* et le *tellure* natif; mais je n'ai pu examiner que superficiellement le *blatter tellur* et l'*acide tellurique*.

Voici la marche qui a été suivie dans l'analyse : le minerai était traité par l'acide nitrique jusqu'à oxydation complète, ce qui exigeait une longue ébullition et l'emploi d'un acide fort. Le résidu lavé était dissous dans l'eau régale, et l'on préci-

pitait l'or par le sulfate de fer. On ajoutait de l'acide chlorhydrique à la liqueur nitrique, et on lavait le précipité de chlorure d'argent avec de l'eau bouillante pour en séparer le chlorure de plomb. On réunissait ensuite toutes les liqueurs nitrique et muriatique, on les sursaturait d'hydrosulfate d'ammoniaque; on analysait le précipité de sulfure de plomb, etc., et on sursaturait la liqueur sulfureuse d'acide acétique pour en précipiter les sulfures de tellure et d'antimoine qu'elle contenait; on traitait ce précipité par l'eau régale en évaporant avec un excès d'acide chlorhydrique pour chasser tout l'acide nitrique, et l'on précipitait le tellure par le sulfite d'ammoniaque. Enfin, pour doser l'antimoine, on le précipitait par l'hydrosulfate d'ammoniaque, et l'on traitait le sulfure par l'acide nitrique.

La séparation du tellure et de l'antimoine se fait très-bien au moyen de l'acide sulfureux ; mais il est nécessaire pour cela d'opérer sur des liqueurs étendues et froides. Le tellure précipité est très-pur, mais en se desséchant il s'oxyde sensiblement, et l'on trouve toujours, à cause de cela, une augmentation de poids notable : aussi ai-je préféré, le plus souvent, le doser par différence.

Tellursilber. J'en ai analysé deux échantillons venant de Nagiag : l'un *a* était tout à fait semblable à la variété trouvée en Sibérie; sa p. s. est de 8,37 à 8,45; il présentait des traces de structure hémiprismatique. L'autre *b* avait un éclat plus vif, une couleur plus foncée, une malléabilité moindre; sa cassure était conchoïde presque unie; sa p. s. était de 8,72 à 8,83; il présentait quelques prismes striés à faces courbes, mais sans bases. L'analyse a donné :

	(a)	(b)
Argent. . .	0,6155	0,4676
Or.	0,0069	0,1026
Tellure. . .	0,3776	0,3498
	1,0000	1,0000

Ce qui coïncide assez exactement avec la formule Ag Te mêlé de Au Te.

On trouve ces minéraux à Nagiag, 1° en petits fragments compactes engagés dans du quartz pur; 2° en minces filons au milieu de petits cristaux de quartz qui font partie d'un grunstein porphyroïde; ils sont alors accompagnés de blattererz, de manganèse rouge, de weistellur et d'or natif.

Schrift-erz. Ce minéral, qui n'est pas rare, ne se trouve pourtant le plus souvent qu'en petites feuilles d'une extrême minceur. J'en ai analysé deux variétés venant d'Offenbaiia : la première *a* formée d'aiguilles très-fines, qui paraissent se croiser sous des angles de 60° et 120°; la seconde *b* en aiguilles plus grosses, mais mal terminées et dont la p. s. était de 8,28. L'analyse a donné :

	(a)	(b)
Or.	0,2697	0,2647
Argent. . . .	0,1147	0,1131
Plomb. . . .	0,0025	0,0275
Antimoine. .	0,0058	0,0066
Cuivre. . . .	0,0076	»
Tellure. . .	0,5997	0,5881
	1,0000	1,0000

Weistellur. Toutes les variétés de cette espèce présentent des cristaux prismatiques tabulaires qui se croisent sous des angles de 60° et 120°. Tantôt le clivage est faible, et tantôt il disparaît entièrement. J'en ai examiné quatre variétés ve-

nant de Naggag. *a*, en petits cristaux de couleur blanche, accompagnés de carbonate de chaux. P. s. 8,27. *b*, gros cristaux de couleur blanche, à clivage vert, accompagnés de carbonate de chaux et de manganèse rouge. P. s. 7,96. *c*, en petits cristaux jaunâtres, à clivage pur, net, accompagnés de manganèse rouge. P. s. 8,33. *d*, en petites masses compactes, non clivables, accompagnées de quartz et de manganèse rouge. Le résultat a été :

	(a)	(b)	(c)	(d)
Or.	0,2489	0,2898	0,2710	0,2962
Argent. . .	0,1468	0,1069	0,0447	0,0278
Plomb. . .	0,0254	0,0351	0,0816	0,1382
Antimoine.	0,0250	0,0842	0,0575	0,0382
Tellure. . .	0,5539	0,4840	0,5152	0,4996
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

D'après cela la formule la plus probable de l'espèce est Ag Te + Au T^3, dans laquelle l'argent peut être remplacé par du plomb, et le tellure par de l'antimoine, et cette formule s'applique également au schrift-erz.

Tellure natif. Je n'ai trouvé dans le tellure natif d'autre substance étrangère que de l'or, dans des proportions qui ne dépassaient pas 0,0278.

Blatertellure (*tellure en feuilles*). J'ai trouvé dans trois variétés de ce minéral, 0,0852, 0,0781 et 0,0648 d'or; leur p. s. étant d'environ 7,22.

Acide tellurique. Cette espèce se présente en petites boules filamenteuses, d'un jaune passant au gris, dans des druses de quartz, mais elle est excessivement rare.

56. PLATINE *dans le sable du Rhin;* par M. Dœbereiner. (Compt. Rend. de M. Berzélius. 1842.)

On a trouvé 0,4 de grain de platine dans une once de sable aurifère venant du Rhin.

---

57. *Sur la présence du* PLATINE *et des diamants dans l'île de Bornéo.* (An. de Pogg., t. 55, p. 526.)

Il paraît que l'on commence à retirer une certaine proportion de platine des mines d'or de Bornéo, et ce métal important a aussi été trouvé dans le royaume d'Ava.

A l'extrémité sud-est de Bornéo se termine une chaîne de montagnes qui suit à l'est le cours de la grande rivière Banjermassing, et qui se prolonge au nord au delà de l'équateur. La portion méridionale de la chaîne se nomme les Ratous, et le sommet le plus élevé est d'un peu plus de 3000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les roches principales sont la serpentine, la diorite et le gabbro. On trouve au fond des vallées et au pied des montagnes une épaisse couche d'argile rouge, dans laquelle se rencontre un lit irrégulier de cailloux blancs, quartzeux. Dans les vallées, la couche argileuse a 10 pieds de puissance, et la bande de graviers quartzeux de 1 à 4 pieds. C'est là que se rencontre l'or en paillettes très-petites, mélangées avec une grande quantité de grains d'un minerai de fer magnétique, et partout aussi de petits grains de platine et d'alliage d'iridium et d'osmium, mais non de palladium. La couche repose immédiatement sur la serpentine, et est évidemment le produit de la décomposition de cette roche; l'argile rouge provient de la serpentine elle-même,

et le gravier quartzeux des veinules de quartz qui la traversent en grand nombre. Dans le district de Poulo-Arij, il y a une exploitation qui occupe 150 Chinois, et d'où l'on retire par le lavage environ 1000 taëls d'or (2000 onces), et 100 taëls (200 onces) de platine par an.

Les mines de diamant sont aussi du côté occidental des monts Ratous, mais un peu plus au nord. On y retrouve encore le lit épais d'argile rouge, et un banc de gravier quartzeux mélangé de fragments de diorite et de syénite; plus rarement on rencontre une marne qui renferme des coquilles récentes (Ostrea cardium). Dans ce dépôt sont disséminés les diamants, quelquefois accompagnés de sable ferrifère magnétique, de lamelles d'or et de platine, et de petits fragments de fer natif. Le plus sûr indice de la présence des diamants se trouve dans la rencontre de petits morceaux de quartz noir, de pyrites et de platine, ce que l'on nomme *batou timahan*.

On retire avec les diamants beaucoup d'or et de platine, et dans les districts de Gounong Lawak, de Tapang et d'Oudjong-Mourong seuls, on emploie au lavage du minerai 4000 ouvriers.

Jusqu'ici on a rejeté le platine comme inutile, mais l'on commence à en tirer parti. Comme un dixième du produit du lavage est composé de ce métal, et que l'on calcule à plus de 88.000 onces la quantité d'or que l'on retire des exploitations chinoises qui existent sur la côte occidentale de Bornéo, il en résulte que l'on a annuellement perdu plus de 8000 onces de platine (soit près de 600 livres) dans le traitement de ces mines.

58. *Analyse de l'*IRITE *de l'Oural*; par M. Hermann. (Journ. für Chem., t. 12, p. 246.)

Ce minéral remplit les cavités de grands morceaux de platine que l'on a trouvés dans l'Oural.

Il reste dans le résidu du minerai que l'on a traité pas l'eau régale, mêlé avec du fer titané, de l'osmiure d'iridium, des hyacinthes, du fer chromé, etc.; mais il est facile de le séparer de ces minéraux par le lavage, parce qu'il est en lames minces que l'eau entraîne facilement.

Il est noir, très-éclatant et tache les doigts. Sa p. s. est de 6,506. Il est magnétique. Aucun acide ne l'attaque : il produit de l'eau quand on le chauffe dans une atmosphère de gaz hydrogène, et il donne de l'acide osmique quand on le chauffe avec du nitre. Pour en faire l'analyse, on l'a chauffé dans un courant de chlore après l'avoir mélangé avec du chlorure de potassium; puis on a repris la masse par l'alcool, qui a dissout des chlorures ferrique et chromique, et a laissé l'iridium et l'osmium en combinaison avec du chlore et du chlorure potassique; on a séparé l'osmium en chauffant le résidu avec du nitre dans un appareil de distillation convenable. L'analyse a donné :

Oxyde sur-iridieux. . . .	0,6286
Oxyde osmieux.	0,1030
Oxyde ferreux.	0,1250
Oxyde chromique. . . .	0,1370
	0,9936

d'où on déduit la formule $\dot{Os}\,\ddot{Ir}^3 + \dot{Fe}^4\,\ddot{Cr}^3$.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

MINES. — INDEMNITÉS DES PROPRIÉTAIRES DE LA SURFACE.

Le gouvernement a le droit de régler ces indemnités nonobstant toutes conventions antérieures. — Il n'appartient point aux tribunaux de connaître de ces conventions lorsque l'acte de concession a déclaré que le règlement qu'il contient sera seul exécutoire.

Le gouvernement, lorsqu'il institue une concession de mine, dispose de ce qui, avant cette concession, n'appartenait à personne (1). Il crée cette propriété nouvelle en vue de l'intérêt public. Il impose les conditions qu'il juge nécessaires à la sûreté des personnes et des choses, et les charges qui lui paraissent compatibles avec l'existence de la concession, laquelle ne pourrait subsister si ces charges étaient exorbitantes. La loi de 1810 lui donne à cet égard toute latitude. Les droits des propriétaires de la surface sont purgés par l'acte de concession qui fixe la redevance dont le concessionnaire est passible envers eux.

Dans un grand nombre d'occasions il est arrivé que des demandeurs en concession, soit qu'ils fussent préoccupés d'un intérêt de spéculation actuelle bien plus que de l'avenir des concessions qu'ils sollicitaient, soit qu'ils ne se rendissent pas bien compte de la situation des choses; ont souscrit en faveur des propriétaires du sol des engagements qui seraient devenus la ruine de ces entreprises, si on avait dû les considérer comme une charge permanente.

(1) Voir les arrêts de la cour de cassation que nous avons rapportés dans des livraisons précédentes des *Annales des mines*, et notamment celui du 7 août 1839 (tome XVI, 3e série, page 702). Voir aussi les ordonnances rendues au contentieux, le 16 avril 1841 et le 9 juin 1842, et qui y sont également insérées.

Il appartient à l'administration d'examiner ce qui est vraiment convenable et possible.

Les arrangements antérieurs ne sauraient la lier. C'est à elle, et à elle seule, qu'il appartient de fixer le taux de la redevance, et il ne faut point que ce taux soit exagéré, si l'on veut que l'exploitation soit durable. Il est juste sans doute d'avoir égard à l'intérêt du propriétaire ; mais on ne doit pas lui sacrifier celui de l'exploitant. C'est à les concilier tous deux qu'il convient de s'attacher, et c'est toujours dans ce but que les propositions de l'administration sont dirigées. En accordant, comme on le pratique dans quelques circonstances, une rétribution proportionnelle aux produits là où l'exploitation s'opère, indépendamment de la redevance qui frappe sur toute l'étendue de la concession, on fait une chose équitable, et cette double combinaison assure à la propriété superficielle les avantages qu'elle peut justement réclamer.

On comprend très-bien d'ailleurs qu'il est de la sagesse du gouvernement, en usant du pouvoir que la loi lui donne, de ne porter atteinte aux conventions que quand il y voit des inconvénients sérieux pour les intérêts généraux qui lui sont commis ; que là où ces inconvénients n'existent pas, il est juste de faire entrer dans le règlement des indemnités l'esprit et l'effet des conventions par lesquelles elles se sont conciliées d'avance sur leurs prétentions réciproques. C'est ainsi en effet qu'il est d'usage de procéder suivant les circonstances propres à chaque espèce.

Mais du moment que le gouvernement ne croit pas devoir maintenir ces conventions, elles deviennent non avenues par le règlement qu'il fait lui-même des droits de la propriété superficielle ; ce règlement reste seul exécutoire, nonobstant tous les arrangements antérieurs qui y sont contraires ; et l'ordonnance de concession doit le déclarer positivement. A cet égard, diverses opinions s'étaient manifestées.

D'une part, on disait que cette déclaration n'était point indispensable, puisque l'acte de concession opère par lui-même, et en vertu de la loi, tout ce que l'administration peut désirer quant à la manière de régler les droits des propriétaires de la surface ; qu'ainsi les conventions antérieures, qui seraient en opposition avec cet acte, resteraient sans effet, d'après la loi, dans ce qu'elles y auraient

de contraire ; mais que l'administration devait laisser aux tribunaux le soin de prononcer sur leur validité et sur leurs conséquences entre les parties.

D'un autre côté, et sur le fond même de la question, on peut, disait-on, distinguer dans les conventions antérieures l'engagement personnel des contractants et la concession en vue de laquelle elles sont intervenues. Un pareil engagement ne semble pas par lui-même frappé d'illégalité. Il dispose en conséquence d'une chose à venir et il peut donner lieu, entre les parties contractantes, à des discussions dont les tribunaux sont juges. Le danger serait que l'on pût regarder ces conventions, toutes personnelles, comme constituant une charge inhérente à la concession et devant la grever perpétuellement. Il suffirait, pour éviter ce danger, de dire dans les ordonnances que les dispositions qui règlent les droits des propriétaires du sol seraient applicables nonobstant les obligations contraires qui résulteraient de stipulations de la nature de celles dont il s'agit, lesquelles ne pourraient faire naître pour la concession aucune charge qui y fût inhérente. Dans ce système on entendait ne point porter atteinte aux droits antérieurs et laisser aux tribunaux la faculté de statuer sur les contestations qui pourraient s'élever après la concession à raison des conventions qui l'auraient précédée. On considérait cette solution comme étant d'accord avec le droit conféré au gouvernement de fixer le taux de la redevance, et aussi avec l'intérêt public, en ce que la concession passant en d'autres mains par révocation ou expropriation, se trouverait affranchie des charges onéreuses qui en auraient compromis l'avenir.

Il est facile de voir que cette manière de décider la question n'en eût point été la solution véritable. Pour échapper à une difficulté on eût créé des difficultés nouvelles. Le danger était précisément dans ces distinctions que l'on entendait faire entre la concession de la mine, ne devant pas subir de charges qui lui fussent inhérentes, et les conventions antérieures qui garderaient leurs effets entre les parties. En réalité on laissait presque toujours ces conventions subsistantes, puisqu'on ne les faisait cesser qu'alors qu'il y aurait révocation ou expropriation. Mais ce sont là des circonstances tout à fait exceptionnelles ; et par le fait on consacrait un ordre de choses funeste à l'exploitation des mines, ainsi que l'expérience l'a

fait voir dans plusieurs localités. Ce n'était point ainsi qu'il fallait trancher la difficulté. Le droit de déclarer que les conventions antérieures aux concessions cesseraient d'avoir leur effet par suite du règlement fait par l'ordonnance, existait ou n'existait pas. S'il existait, on ne devait point hésiter à le dire nettement, explicitement. S'il n'existait pas, il fallait se borner à régler l'indemnité des propriétaires de la surface, comme on le jugerait convenable, et laisser les tribunaux décider entre les parties ainsi qu'ils aviseraient. Mais n'y aurait-il pas eu dans de pareils conflits un véritable danger? Comprendrait-on qu'en même temps qu'après un long examen on stipule les droits de la propriété superficielle, ces stipulations pussent demeurer comme une lettre morte? Il ne peut, il n'en doit pas être ainsi. Le gouvernement a le droit et le devoir de régler la redevance. Ce droit il ne saurait l'abdiquer; ce devoir il ne peut s'en affranchir. Tout ce qui a précédé la concession est à ses yeux comme non avenu, parce qu'on ne peut disposer en vue d'une propriété qui n'existera que quand il l'aura créée. Du moment qu'il a la conviction que la redevance telle qu'il la détermine, est la seule qui puisse se concilier avec l'intérêt de l'exploitation, il doit faire en sorte que cette redevance ne soit pas modifiée ou anéantie par des conventions et des décisions contraires.

Tels sont les principes que M. le ministre des travaux publics a eu occasion de rappeler dans une affaire récente, et par suite desquels il a été reconnu dans l'assemblée générale du conseil d'État qu'il y a lieu d'insérer dans les ordonnances de concession des mines un article portant que les dispositions de ces ordonnances, qui règlent l'indemnité des propriétaires de la surface, sont applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et lesdits propriétaires.

D'après ces mêmes principes, il ne peut appartenir aux tribunaux de connaître des difficultés relatives aux indemnités que les propriétaires de la surface réclameraient en vertu d'anciennes conventions, lorsque l'acte de concession les a considérées comme non avenues. C'est ce qui a été décidé par l'ordonnance du 1er juin 1843, rendue au contentieux (1).

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 933.

MINES. — INDEMNITÉS DES PROPRIÉTAIRES DU SOL, A RAISON DES PRODUITS EXTRAITS.

Il n'appartient qu'au gouvernement de faire le règlement de ces droits, même quand les produits sont le résultat de travaux exécutés dans des terrains non concédés.

Nous avons rapporté, dans le tome I[er] (4[e] série) des *Annales des mines*, page 735, une ordonnance relative à des contestations élevées entre les hoirs Coulomb et M. de Castellane, à raison des extractions faites par ce dernier dans des terrains qui ont été reconnus, longtemps après la concession instituée en 1809, ne point faire partie de ladite concession.

Ces contestations avaient été portées devant les tribunaux. Il était intervenu des décisions dans tous les degrés de juridiction.

Mais en réalité ces décisions n'étaient point définitives, puisqu'on se bornait à accorder un provisoire aux hoirs Coulomb et qu'on différait de statuer sur l'indemnité jusqu'après une expertise spéciale; que les bases de cette indemnité pouvaient être contestées; qu'ainsi les débats étaient par le fait encore ouverts. Il parut dans ces circonstances qu'un conflit d'attribution devait être élevé; et l'arrêté pris à cet égard, par le préfet, a été approuvé par ordonnance royale du 9 juin 1842.

Des difficultés semblables se sont élevées entre M. de Castellane et la dame Vitalis. Ici l'indemnité a été fixée par l'arrêt qui était déféré à la cour de cassation. Il n'y avait plus à revenir devant la justice pour la régler. Le pourvoi contre cet arrêt a été rejeté le 3 mai 1843, par des motifs analogues à ceux qui avaient prévalu dans le procès que M. de Castellane soutenait contre les hoirs Coulomb. Le conflit n'ayant point été élevé en temps utile, lorsque le débat se trouvait engagé en première instance et en cour royale, l'administration ne pouvait plus en revendiquer la connaissance après la décision de la cour suprême, puisque celles qui étaient intervenues précédemment avaient un caractère définitif. Nous ne pouvons

que nous référer, à l'occasion de cette nouvelle décision, aux principes généraux de la matière, tels que nous les avons exposés en rendant compte de l'affaire de M. de Castellane contre les hoirs Coulomb.

MINES. — DOMMAGES CAUSÉS A LA SURFACE.

Le concessionnaire d'une mine est tenu d'indemniser le propriétaire du sol de tous les dommages causés à la surface par l'exploitation.

Il lui doit notamment une indemnité lorsque, par l'effet des travaux souterrains, il le prive des eaux qui servaient à l'irrigation de ses propriétés.

Il est des engagements qui existent sans qu'il y ait eu contrat. Ils résultent soit des charges que la loi impose, soit du voisinage des propriétés, soit d'un fait personnel à celui qui se trouve obligé (art. 1370 du Code civil). Parmi ces obligations, l'une des premières est celle qui rend chacun responsable du dommage qu'il a causé (*Ibid.*, art. 1382 et 1383). *Jure naturæ æquum est neminem cum alterius detrimento et injuriâ fieri locupletiorem.*

Toutes les fois que deux propriétés sont en présence, il naît entre elles, par l'effet de ce voisinage même, des servitudes réciproques. Mais tout ce qui, en dehors de ces servitudes, cause préjudice à l'une ou à l'autre de ces propriétés, donne lieu à une réparation de la part de celui qui a occasionné le dommage envers celui qui l'a éprouvé.

La loi du 21 avril 1810, sur les mines, ayant établi (art. 7 et 19) qu'une mine, dès quelle est concédée, constitue une propriété distincte de la surface, il en résulte que le concessionnaire, s'il souffre un dommage de la part des propriétaires du sol, a droit à une indemnité; et que, réciproquement, il en doit une à ces propriétaires, si c'est lui qui porte atteinte à leur jouissance.

Nous avons exposé, en rendant compte des discussions élevées entre la compagnie des mines de Couzon et la compagnie du chemin de fer de St.-Étienne à Lyon, quels sont,

sous le premier rapport, les droits du concessionnaire (1). Il s'agit, dans les espèces suivantes, des obligations du concessionnaire envers les propriétaires de la surface.

PREMIÈRE ESPÈCE.

Le sieur Pagèze de Lavernède avait loué par un bail *à perpétuité* au sieur *Allègre* des prairies arrosées par des sources qui prenaient naissance sur le fonds même.

Dans la suite, le sieur de Lavernède fils obtint la concession d'une mine qui existait dans ce terrain.

Les travaux d'exploitation ayant détourné les eaux qui surgissaient à la surface, le sieur Allègre a actionné le sieur de Lavernède en réparation de dommage.

Le sieur de Lavernède a prétendu que le concessionnaire d'une mine ne devait aucune indemnité à raison des dommages accidentels occasionnés par l'exploitation ; que les propriétaires du sol se trouvaient indemnisés de tous ces dommages par la redevance qui leur est attribuée par l'acte de concession.

Le tribunal de Largentière, et, sur l'appel, la cour royale de Nîmes ont repoussé ce système, en se fondant et sur les dispositions de la loi civile, et sur les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, portant que les propriétaires de mines seront tenus de payer les indemnités dues au propriétaire dans le terrain duquel ils établiront leurs travaux, et enfin sur les clauses du bail perpétuel fait au sieur Allègre, lesquelles ne contenaient en faveur du bailleur aucune réserve des eaux.

La cour de cassation a confirmé en ces termes, le 4 janvier 1841, l'arrêt de la cour royale de Nîmes :

« Attendu que l'arrêt attaqué, pour admettre l'action » en dommages-intérêts, résultant de la privation des » eaux, causée par les travaux de la mine, s'est fondé sur » les conventions passées entre les auteurs des parties, ce » qui suffisait pour le mettre à couvert des contraventions » qu'on lui reproche ;

» Attendu, au surplus, que le principe d'indemnité que » l'arrêt attaqué a puisé dans la loi du 21 avril 1810 res- » sort évidemment de l'esprit comme du texte et de l'en- » semble des dispositions de cette loi, notamment de la

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XV, page 672 ; et tome XX, page 637.

» combinaison de l'art. 6 avec les articles 11, 15, 43 et » 44, dans tous lesquels on voit les intérêts du propriétaire » de la surface protégés contre les entreprises du proprié- » taire de la mine;

» Attendu, d'ailleurs, que l'art. 6 déclare expressément » que l'acte de concession ne règle que les droits du pro- » priétaire de la surface sur le produit des mines concé- » dées, et qu'il suit de là qu'on ne saurait admettre, sur- » tout en présence des cas d'indemnité prévus par les ar- » ticles subséquents, que la redevance attribuée au pro- » priétaire de la superficie ait eu pour objet d'affranchir » les concessionnaires de toutes les conséquences de l'ex- » ploitation;

» Attendu que c'est par une interprétation du contrat, » qui lui appartenait exclusivement, que la cour royale a » déclaré que les eaux enlevées par les travaux de la mine » n'avaient pas été réservées au demandeur, et que, d'au- » tre part, il est certain que celui-ci n'avait pris aucunes » conclusions tendant à une compensation quelconque;

» La cour rejette le pourvoi. »

En effet la loi du 21 avril 1810 a parfaitement distingué l'indemnité allouée aux propriétaires du sol pour le règlement de leurs droits sur le produit des mines concédées, et les indemnités qui leur sont dues pour les dommages causés à la surface par les travaux d'exploitation.

La première indemnité, consistant en une redevance annuelle, est fixée, aux termes des articles 6 et 42, par l'acte de concession; elle est le dédommagement de l'espèce d'expropriation que le propriétaire a subie par l'effet de la concession, et elle subsiste autant que la concession elle-même. Elle demeure réunie (article 18) à la valeur de la surface et peut être affectée avec elle aux hypothèques prises par les créanciers du propriétaire.

Les autres indemnités dont il est question dans les articles 43 et 44 sont relatives aux dommages causés par l'exploitation. Il ne peut donc en être question, qu'autant que ces dommages existent; tandis que la première est toujours exigible, soit que les travaux occasionnent des dégâts, soit qu'ils n'en causent aucun. La loi s'est expliquée à ce sujet de la manière la plus formelle.

Or, pour en revenir aux circonstances propres à l'espèce dont il s'agit, une source qui existe dans un fonds

appartient au propriétaire du terrain, et il a le droit d'en user à sa volonté, sauf le droit que le propriétaire d'un fonds inférieur pourrait avoir acquis par titre ou par prescription (Code civil, art. 641).

D'un autre côté, d'après les règles du contrat de louage, le bailleur est obligé par la nature même du contrat, et sans qu'il soit besoin d'aucune stipulation particulière, d'entretenir la chose louée en état de servir à l'usage pour lequel elle a été louée et d'en faire jouir paisiblement le preneur pendant toute la durée du bail (*Ibid.*, art. 1719).

De l'ensemble de ces dispositions résultait nécessairement pour le concessionnaire l'obligation d'indemniser le possesseur de la surface du préjudice que lui causait la privation des sources nécessaires à l'irrigation de ses prairies. Car c'était là un dommage réel qu'il éprouvait et qui changeait les conditions de sa jouissance.

Vainement objectait-on que les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810 ne parlent que des occupations de terrains pour les travaux des mines. Les termes de ces articles ne laissent point douter qu'ils ont entendu toute espèce de dommages causés à la superficie par ces travaux.

Partout on voit que la loi du 21 avril 1810, d'accord avec le Code civil et le droit naturel, a voulu que les propriétaires du sol et les concessionnaires, aussi bien que les concessionnaires entre eux, fussent indemnisés réciproquement des dommages qu'ils pourraient se causer par l'effet du voisinage.

C'est ainsi qu'elle dispose, article 15, que le cas arrivant de travaux à opérer sous des maisons ou lieux d'habitation, sous d'autres exploitations ou dans leur voisinage immédiat, le concessionnaire donne caution de payer toute indemnité en cas d'accident.

De même encore, l'article 45 porte que, lorsque par l'effet du voisinage ou toute autre cause, les travaux d'une mine occasionnent des dommages à l'exploitation d'une autre mine, en y faisant affluer les eaux en plus grande quantité, ou lorsque ces mêmes travaux produisent un effet contraire tendant à évacuer tout ou partie des eaux de l'autre mine, il y a lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre.

Ces dispositions ne seraient pas écrites dans la loi qu'elles résulteraient des principes naturels de l'équité. *Ratio naturalis quasi lex quædam tacita.*

Le demandeur en cassation opposait, dans son pourvoi, que de même qu'un propriétaire de terrain a le droit, d'après les articles 640 et 641 du Code civil et la loi romaine *de aquâ*, de retenir ou détourner les eaux et sources qui naissent dans son fonds, de même le concessionnaire doit pouvoir en faire autant dans la mine qui constitue pour lui un fonds particulier. C'était perdre de vue que la propriété de la surface était préexistante à la propriété de la mine qui n'a pris naissance que par le fait de la concession ; le droit d'user des eaux qui surgissent à la superficie appartient d'abord au propriétaire du sol, sauf au concessionnaire à faire les constructions nécessaires pour se garantir de l'inondation.

SECONDE ESPÈCE.

Les sieur et dame Charrin, copropriétaires des mines de charbon de la Grand-Croix, vendirent à un tiers, le sieur Guillemin, un pré situé dans le périmètre de la concession, avec le droit d'user d'une prise d'eau pour l'irrigation.

Les travaux d'exploitation ayant déterminé dans le terrain des affaissements et des crevasses qui firent disparaître les eaux, le sieur Guillemin actionna ses vendeurs en dommages et intérêts, et la compagnie concessionnaire, en tant que solidaire.

Un jugement du tribunal de Saint-Étienne, du 18 décembre 1838, a condamné les concessionnaires à payer le dommage :

« Attendu qu'il résulte du rapport des experts que des » crevasses et des affaissements se sont manifestés dans la » prairie du sieur Guillemin, laquelle, par suite de ces » mouvements, est privée, dans une partie, de ses moyens » d'irrigation, dans d'autres, de moyens d'écoulement; » — attendu qu'il est constaté, par le même rapport, que » les mouvements et les dommages reconnus ont pour » cause les travaux souterrains des concessionnaires de la » Grand-Croix ; — attendu, à l'égard des mariés Charrin, » que l'action dirigée contre eux par Guillemin est justifiée par les termes de l'acte de vente ; — attendu, à l'égard de la compagnie de la Grand-Croix, que les » concessionnaires ou exploitants de mines sont tenus d'in-

» demniser les propriétaires des dommages que l'exploita-
» tion cause au sol, etc.; condamne, etc.

En appel, la cour royale de Lyon a, par arrêt du 26 février 1841, maintenu la condamnation, en adoptant les motifs des premiers juges.

Sa décision a été confirmée par arrêt de la cour de cassation du 20 juillet 1842, ainsi conçu :

« Attendu, sur le premier moyen, que les motifs don-
» nés par la Cour royale, répondant à toutes les objec-
» tions, à tous les arguments, l'arrêt est suffisamment
» motivé;

» Attendu, sur le deuxième et le troisième moyen régis
» par les mêmes principes, que les sieur et dame Charrin,
» propriétaires d'un terrain houiller, n'ont pas prévu, en
» vendant le droit d'exploiter la houille, que l'exploita-
» tion pourrait produire des affaissements du sol, des al-
» térations de nature à en diminuer le produit; il n'y a
» pas de stipulation, mais point de dérogation ni aux
» principes généraux du droit, ni au droit spécial des
» mines;

» Attendu que la propriété de la mine est sans doute la
» propriété du concessionnaire; mais c'est une propriété
» modifiée par sa relation immédiate avec la surface dont
» la propriété a elle-même reçu une modification grave
» par la concession de la mine;

» Attendu que l'obligation première et principale du
» concessionnaire de la mine envers le propriétaire du sol
» est de supporter et maintenir le toit de la mine; c'est une
» condition naturelle, absolue, perpétuelle, qu'il est inu-
» tile d'imposer, et lorsque les moyens ordinaires ne suffi-
» sent pas pour soutenir le sol, le concessionnaire doit en
» employer d'extraordinaires, même faire une voûte si cela
» est indispensable; d'où il résulte en fait et en droit que,
» dans l'espèce, la faute est présumée d'après l'événement,
» sans qu'il soit besoin d'autre vérification, et qu'il a été
» fait à la cause une juste application des articles 1382 et
» 1383 du Code civil;

» Attendu enfin que loin de déroger aux conséquences
» qui résultent de la nature des choses et des principes gé-
» néraux du droit, la loi du 21 avril 1810 a littéralement
» consacré le principe d'indemnité en faveur du proprié-
» taire de la surface pour tous les préjudices que lui cause
» l'exploitation de la mine; ce principe ressort évidem-
» ment du texte, de l'esprit et de l'ensemble de la loi, notam-

» ment de la combinaison de l'article 6 avec les articles
» 10, 11, 15, 43 et 45;
» La Cour rejette le pourvoi..... »

MINES. — CESSIONS PARTIELLES DU DROIT D'EXPLOITER.

La cession du droit d'exploiter dans une partie d'un terrain concédé constitue un véritable partage, et comme telle, elle est prohibée, à moins d'une autorisation spéciale du gouvernement.

Nous avons rapporté (1) un arrêt de la cour royale de Montpellier, intervenu au sujet d'un traité par lequel des concessionnaires de mines du département de l'Aveyron avaient cédé à un propriétaire du sol, dans l'enceinte de leur concession, la faculté d'exploiter la houille existante sous son terrain.

La cour de Montpellier avait envisagé cette cession comme constituant une vente d'une partie de la mine, et elle l'avait déclarée nulle, en tant que ces sortes de partages sont prohibés par l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, à moins d'une autorisation spéciale du gouvernement, donnée dans les mêmes formes que la concession.

Le propriétaire du terrain, le sieur Galtier, s'est pourvu en cassation. Son pourvoi a été rejeté par un arrêt du 27 mars 1843, ainsi conçu :

« Attendu que le véritable caractère de la convention
» intervenue, le 11 février 1807 entre Galtier père et
» Joulia Delasalle a été déterminé par l'arrêt attaqué,
» qui déclare que cet acte constitue une cession pure et
» simple d'une portion de la mine concédée à Delasalle;
» que, d'après cette interprétation qui n'appartenait qu'à
» la cour royale, il ne reste qu'à examiner s'il a été fait au
» contrat ainsi défini une juste application de la législation
» des mines;

» Attendu que l'arrêté du 3 nivôse an 6 prohibe l'exécu-
» tion de tout transport, cession ou vente de l'exercice
» des droits accordés aux concessionnaires de mines, à
» moins qu'il n'y ait eu autorisation du gouvernement;
» qu'aux termes de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810,
» une mine ne peut être vendue ou partagée sans une pa-

(1) *Annales des mines*, 4[e] série, tome I, page 747.

» reille autorisation; d'où il suit qu'en déclarant Galtier
» fils, qui à aucune époque ne s'est pourvu près du gou-
» vernement, mal fondé dans sa demande tendant à ob-
» tenir le droit d'exploiter exclusivement la partie de
» mine cédée à son auteur, la cour royale s'est conformée
» aux lois précitées; rejette, etc. »

Le principe que toute convention qui rompt l'unité des travaux dans une concession est interdite, à moins d'une autorisation du gouvernement, a été expressément consacré par la loi du 27 avril 1838, laquelle a confirmé la disposition déjà contenue à cet égard dans l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, et a dissipé les doutes dont ce dernier article avait été quelquefois l'objet devant les tribunaux.

L'arrêté du 3 nivôse en 6 allait plus loin, puisqu'il exigeait l'approbation du gouvernement pour les ventes ou transports, à quelque titre que ce fût, des concessions de mines ou permissions d'usines. La loi de 1810, en déclarant que les mines sont transmissibles comme tous autres biens (art. 7), n'exige plus l'autorisation du gouvernement que lorsqu'il s'agit de l'aliénation d'une partie de la mine. Elle a modifié, et on peut le regretter à quelques égards, ce qu'il y avait de trop absolu dans l'arrêté de l'an 6. Elle a voulu laisser toute liberté aux transactions, sauf les réserves que réclamait l'intérêt public pour les cas de ventes par lots ou de partages, afin de prévenir des morcellements contraires à une bonne exploitation. Les règles à cet égard ont été rappelées dans la circulaire de M. le ministre des travaux publics, du 16 mai 1842, relative à l'exécution de l'ordonnance du 18 avril précédent, concernant l'élection de domicile à faire par les propriétaires de mines (1).

L'arrêt de la cour de cassation, du 27 mars 1843, confirmatif de celui de la cour de Montpellier, décide qu'une cession du droit d'exploitation dans une partie de terrain concédé est défendue par la loi; qu'un pareil traité forme en réalité un partage de la mine. Cette décision donne une nouvelle force aux principes que l'administration n'a cessé de défendre, et ce concours de l'autorité judiciaire doit contribuer à empêcher ces ventes partielles, ces amo-

(1) *Annales des mines*, 4e série, tome I, pages 812 et 864.

diations si préjudiciables au bon aménagement des richesses souterraines.

MINES.

La réunion de plusieurs concessions ne doit point être autorisée lorsqu'elle peut préjudicier aux intérêts des consommateurs.

Les substances minérales offrent d'assez nombreuses variétés dans leur mode de gisement. Tantôt affectant des directions et des inclinaisons diverses, elles sont déposées sur de grandes étendues en couches séparées par différentes assises. Tantôt elles se montrent en amas, c'est-à-dire en couches d'une étendue médiocre, mais d'une grande épaisseur, ou en nids, en rognons disséminés dans la roche. Tantôt elles forment des filons ou des veines, qui sont comme des espèces de fissures qu'elles auraient remplies et dont les croisements et les ramifications présentent des variétés infinies.

L'exploitation de ces substances se trouve nécessairement dans des conditions différentes selon la nature de leur gisement. Et, lorsque l'on concède une mine, on a soin de déterminer un périmètre qui soit, autant que possible, en rapport avec la disposition du gîte et le meilleur système de travaux à suivre.

Il y a un autre intérêt dont on doit aussi se préoccuper, celui de la concurrence. S'il faut que les concessions aient une étendue suffisante pour qu'on puisse y établir une exploitation régulière et durable, il faut aussi qu'elles ne soient pas trop vastes pour qu'on n'en laisse point des parties improductives et pour que le monopole ne soit point à craindre.

Dans plusieurs circonstances, on a dû rejeter des demandes de partages de concession, parce qu'ils auraient été contraires à la bonne direction des travaux et à l'aménagement du gîte. Nous en avons cité un exemple au sujet des mines de houille du *Gourd-marin* dans le bassin de Rive-de-Gier, que les concessionnaires avaient demandé à diviser en deux lots (1).

D'autres fois on a refusé de réunir des concessions parce

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome VIII, page 586.

que cette réunion eût pu être préjudiciable aux consommateurs. En voici un exemple récent.

La compagnie des mines de houille de Blanzy, dans le département de Saône-et-Loire, s'est rendue adjudicataire en 1841 des concessions des Porrots, des Badeaux et de la Theurée-Maillot, limitrophe des mines de Blanzy. Elle a demandé que ces quatre concessions fussent réunies.

La demande a été publiée et affichée. Plusieurs oppositions sont survenues. Les maires des communes et un grand nombre d'habitants de ces localités ont exprimé la crainte que cette réunion n'eût pour effet de reporter toute l'extraction sur les gîtes de Blanzy, et de nuire, ainsi, aux ouvriers du pays et aux besoins de la consommation. Plusieurs de ces propriétaires ont de plus représenté que, d'après les traités qu'ils ont faits avec les précédents propriétaires des mines réunies à la concession de Blanzy, ils ont droit à une redevance sur les produits des extractions, et qu'ils pourraient en être privés si l'on autorisait la réunion, puisque la compagnie qui aujourd'hui les possède toutes, ne se trouvant plus obligée de tenir en activité chaque exploitation, concentrerait à son gré ses travaux sur d'autres points.

Indépendamment de ces intérêts privés, il s'agissait de savoir si l'intérêt public n'exigeait pas aussi qu'il importait que les quatre concessions de la compagnie demeurassent distinctes.

La concession de Blanzy a une étendue de 43 kilomètres carrés 73 hectares, et renferme des bancs de charbon très-abondants. Celles des Porrots, des Badeaux et de la Theurée-Maillot comprennent ensemble une surface de 29 kilomètres carrés 39 hectares. Réunies en une seule, celle-ci aurait eu 73 kilomètres carrés 12 hectares, ce qui eût été excessif.

L'article 31 de la loi du 21 avril 1810, en permettant que plusieurs concessions soient possédées par un même concessionnaire, individu ou compagnie, y a mis cette restriction qu'il serait obligé de tenir chacune d'elles en activité. Ce serait détruire cette sage précaution que d'autoriser la réunion de concessions déjà très-étendues.

La compagnie concessionnaire peut être contrainte, en vertu de cet article de la loi, à exploiter dans chacune de ses concessions; s'il y avait réunion, elle pourrait concen-

trer tous les travaux dans une seule, ce qui serait dommageable aux intérêts des consommateurs.

Quand bien même ces intérêts n'en souffriraient pas pour le moment, quand bien même les autres concessions de Saône-et-Loire suffiraient aujourd'hui à la consommation, d'autres besoins peuvent survenir plus tard, et on n'aurait plus le moyen d'y remédier, lorsque la réunion aurait été consommée.

Aujourd'hui ces quatre concessions sont entre les mains d'une seule compagnie, qui se trouve propriétaire d'une des portions les plus riches du bassin. Mais des circonstances pourront arriver où, par suite de vente ou d'autres arrangements, elles reviendront à différents possesseurs. Si, au contraire, on eût autorisé la réunion, on aurait consacré à jamais un état de choses qui pourrait conduire au monopole.

Si ces terrains étaient encore libres et qu'il fût question d'en disposer, on se garderait certainement de n'en former qu'une concession. Ce qu'on n'eût point fait en pareil cas, on ne devait point le faire maintenant ; les mêmes motifs devaient porter à conserver la division qui a *été établie* avec raison dès le principe.

La compagnie appuyait particulièrement sa demande sur ce qu'il lui importait de pouvoir supprimer les massifs que les actes de concession ont prescrit de réserver entre chaque périmètre. Mais cette suppression des massifs n'aurait des avantages réels qu'autant que les couches se prolongeraient d'une concession dans une autre et que les travaux pourraient y être communs. Or, ce prolongement des couches n'est guère probable ici d'après les distances auxquelles se trouvent les principaux centres d'extraction. D'ailleurs, si plus tard on reconnaît l'utilité de mettre ces mines en communication, la permission d'ouvrir ces massifs, d'y percer des galeries, pourra être accordée. Ces autorisations ne sont point refusées quand le bon aménagement des gîtes l'exige. On a même soin maintenant, lorsqu'on institue des concessions, d'insérer dans les cahiers de charges, une clause qui prévoit le cas où il deviendrait nécessaire de mettre ainsi plusieurs mines en communication : elle porte que le préfet pourra, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs, permettre d'entamer ou traverser les massifs. Et sans doute il y aurait d'autant moins de difficultés pour les concessions

de la compagnie de Blanzy, qu'appartenant au même propriétaire, on n'aurait point à craindre, en donnant la permission, de préjudicier à des intérêts étrangers.

D'après les considérations qui précèdent, la demande de la compagnie a été rejetée, conformément à l'avis du conseil général des mines, par décision de M. le ministre des travaux publics, du 15 mai 1843.

MINES. — TRAVAUX SOUS DES LIEUX HABITÉS.

Ces travaux ne doivent pas être interdits d'une manière absolue. Il y a lieu de les autoriser lorsqu'ils ne paraissent point devoir causer de dommages aux propriétés de la surface.

La compagnie propriétaire des mines de houille de Verchères-Feloin, département de la Loire, a demandé, en 1839, l'autorisation de porter ses travaux dans la partie sud de son périmètre, qui s'étend sous quelques parties de la ville de Rive-de-Gier.

Nous avons indiqué, en rendant compte précédemment de cette affaire, les motifs qui avaient empêché de statuer alors sur la demande (1). L'instruction n'était pas complète. Une nouvelle enquête a été prescrite par décision ministérielle du 18 septembre 1840.

Le conseil municipal de Rive-de-Gier a été appelé à délibérer. Il a exprimé l'opinion que les travaux pouvaient être autorisés à la condition que toutes les excavations seraient soigneusement remblayées au fur et à mesure des extractions, et qu'une surveillance spéciale serait exercée par les ingénieurs des mines.

Quelques propriétaires seulement ont formé opposition, en manifestant la crainte que l'exploitation ne causât des dommages aux habitations et aux autres constructions à la surface.

Les ingénieurs des mines ont pensé qu'au moyen de remblais faits avec soin, la solidité du sol et la sûreté publique seraient suffisamment garanties.

---

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XVIII, page 767.

Le préfet n'a point partagé l'opinion des ingénieurs. Il exprimait la crainte qu'il ne fût difficile de s'assurer que toutes les précautions prescrites seraient exactement observées.

Le conseil général des mines a été d'avis de permettre l'exploitation à de certaines conditions. Il a fait observer qu'il était possible de diriger cette exploitation de manière à ce qu'il n'en résultât point de dommages; qu'il convenait de maintenir les règles déjà adoptées en 1838, à l'occasion des mines de Beaubrun, dans le bassin de Saint-Étienne (1), et consacrées de nouveau par la décision du 18 septembre 1840, concernant ces mêmes mines de Verchères.

Il a été reconnu, par les deux décisions que nous venons de rappeler, que la loi du 21 avril 1810 ne s'oppose en rien à ce que des exploitations soient entreprises lorsqu'il existe des édifices ou habitations à la surface. Les distances indiquées par cette loi, pour l'ouverture des puits et galeries, pour les sondages, ne s'appliquent qu'aux ouvertures au jour, nullement aux travaux souterrains (2).

L'exploitation des mines serait souvent impossible, beaucoup de gîtes minéraux se trouveraient perdus pour l'industrie, si chaque construction à la surface venait arrêter les travaux. La question en pareille circonstance est de savoir si l'exploitation pourra s'opérer sans danger, sans compromettre la conservation des hommes ou des choses. S'il y avait péril, l'administration refuserait la permission. Mais ces interdictions ne sauraient être prononcées par mesure générale. On doit se déterminer suivant chaque espèce; pour que les concessionnaires soient privés du droit qui leur appartient légalement

---

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XIV, page 529.

(2) Il en était de même sous la législation précédente. L'un des projets qui ont précédé la loi de 1791 contenait un article ainsi conçu: « Il ne sera permis à qui que ce soit de troubler directement ou indirectement un concessionnaire dans ses travaux, ni de l'empêcher de suivre les veines et sillons de la mine, partout où leur direction conduira ses ouvrages, *à moins que ce ne soit au-dessous des villes ou édifices auxquels des souterrains pourraient porter préjudice.* » Cet article ne fut point adopté.

d'exploiter dans toutes les parties de leur concession, il faut qu'il soit constaté que de telles interdictions peuvent seules garantir la sûreté publique.

Une prohibition de cette nature eût notamment été fort préjudiciable dans le bassin de Rive-de-Gier, dont le territoire houiller n'a tout au plus que huit mille mètres de longueur. La ville de Rive-de-Gier occupe le centre de ce territoire, et c'est là précisément que les gîtes de houille sont le plus développés. Cette ville prend chaque jour de nouveaux accroissements; le terrain des Verchères, qui s'en trouvait éloigné à l'époque de la découverte de ces mines en 1801, est maintenant couvert d'habitations; des usines, des établissements de tout genre existent sur les divers points de la vallée : interdire les extractions dans la profondeur, parce que ces constructions se sont formées à la surface, ce serait rendre désormais impossible l'exploitation de ce bassin, dont les mines alimentent l'industrie d'une portion considérable du royaume, et sont une source de prospérité et de richesse pour la ville de Rive-de-Gier. Il y avait donc, indépendamment de l'intérêt des concessionnaires et de la ville, un bien grand intérêt public engagé dans la continuation des travaux. Aussi est-il à remarquer que, dans l'espèce, le conseil municipal a donné une entière adhésion à la demande de la compagnie, et qu'il n'a été élevé que quelques oppositions, tandis que les autres propriétaires en grand nombre n'ont nullement réclamé.

En remblayant les chantiers d'extraction à mesure de leur avancement, en prescrivant de ne commencer aucun travail avant que le plan en ait été arrêté par le préfet, sur le rapport des ingénieurs; en exerçant enfin une surveillance active (1), on pourvoit à ce que l'exploitation ne puisse entraîner d'inconvénients, et l'on concilie tous les intérêts.

Une décision de M. le ministre des travaux publics, du 21 avril 1843, a, d'après les considérations qui précèdent, autorisé les concessionnaires des Verchères à exploiter,

(1) Pour ajouter aux garanties qu'on doit trouver dans cette surveillance, un troisième garde-mines vient d'être nommé dans le sous arrondissement minéralogique de Rive-de-Gier.

dans toute l'étendue de leur concession, aux conditions indiquées dans ladite décision (1).

MINES. — TRAVAUX SOUS DES LIEUX HABITÉS.

Ces travaux doivent être interdits, lorsqu'il est reconnu à l'avance qu'ils seraient dangereux pour les propriétés de la surface.

Nous avons, dans l'article qui précède, rappelé les règles relatives aux exploitations de mines sous des lieux habités. La loi permet ces exploitations ; mais il faut, pour qu'elles puissent être autorisées, qu'il soit constaté qu'elles ne compromettent pas la sûreté publique, la solidité des édifices.

On conçoit, en effet, que, s'il y avait des dangers, les concessionnaires ne pourraient se prévaloir, pour exploiter sous des maisons, des dispositions de l'article 15 de la loi du 21 avril 1810 qui les assujettit à donner caution du payement des dommages. En exigeant cette caution, la loi a voulu garantir la réparation du préjudice qui pourrait être causé s'il arrivait, contre toute prévision, que des travaux qui n'avaient point d'abord paru offrir d'inconvénients, vinssent à occasionner quelque dégradation ; mais elle ne pouvait vouloir que ces travaux fussent permis, lorsqu'à l'avance il est reconnu qu'il y a péril.

Ces principes ont été appliqués dans l'espèce suivante :

Une ordonnance royale du 8 novembre 1829 a concédé aux sieurs Joesmin, Mazoyer et Cadot, alors réunis en société, les mines de manganèse dites du *Grand-Filon*, département de Saône-et-Loire, qui sont situées autour du village de Romanèche, et s'étendent sous une partie du sol qu'il occupe.

Cette ordonnance, prévoyant le cas où il serait nécessaire de poursuivre l'exploitation sous des maisons de ce village, a disposé : 1° que les travaux ne pourraient être opérés qu'après une autorisation du préfet, donnée sur le rapport

---

(1) Voir cette décision, ci-après, page 920.

de l'ingénieur des mines, après que le maire, le conseil municipal, ainsi que les propriétaires intéressés auraient été entendus, et à charge par les concessionnaires de fournir la caution exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810; 2° que l'autorisation serait refusée s'il était reconnu que l'exploitation pût compromettre la sûreté du sol, celle des habitants et la conservation des édifices.

Le sieur Mazoyer a vendu, le 4 novembre 1830, son tiers dans la concession à ses deux associés, les sieurs Joesmin et Cadot.

Ces deux derniers ont demandé au préfet, le 6 mai 1842, l'autorisation de porter leurs travaux sous un terrain où se trouvent deux maisons appartenant aux sieurs Mazoyer et Jacquet.

Ils exposaient que le gîte principal est épuisé; qu'il leur était indispensable de pousser leur exploitation sous cette direction.

Les sieurs Mazoyer et Jacquet ont formé opposition, en objectant que la solidité de leurs maisons serait compromise par ces travaux.

Cette opposition a été appuyée par le conseil municipal.

L'ingénieur en chef des mines a pensé que l'autorisation pouvait être accordée, mais à la condition cependant de ne commencer les fouilles qu'après que les locataires de ces deux maisons les auraient quittées.

Le préfet a pris le 4 août un arrêté dans le sens des conclusions de l'ingénieur en chef. Cet arrêté portait en outre que les sieurs Joesmin et Cadot auraient à indemniser les sieurs Mazoyer et Jacquet des locations dont ils seraient privés pendant la durée des travaux, et qu'ils auraient à fournir caution de payer tous autres dommages.

Les sieurs Joesmin et Cadot ont fait signifier cet arrêté aux sieurs Mazoyer et Jacquet, avec sommation de donner congé à leurs locataires. Ils ont de plus offert de leur payer toutes indemnités et de déposer à cet effet un cautionnement de 70,000 fr.

Les sieurs Mazoyer et Jacquet ont persisté dans leur opposition.

Le préfet a pris, le 29 octobre, un arrêté portant qu'à défaut par les propriétaires et habitants desdites maisons d'avoir quitté les lieux, ils pourraient y être contraints

par la force publique dans les vingt jours de la notification qui leur aurait été faite; que cette contrainte ne pourrait néanmoins être exercée qu'après que les exploitants auraient donné bonne et valable caution.

Les sieurs Majoyer et Jacquet se sont pourvus contre ces deux arrêtés.

Dans leur requête, ils contestaient que l'administration eût le droit d'autoriser des exploitations de mines sous des maisons et des lieux habités. Suivant eux, de tels travaux ne pourraient être opérés que du consentement des propriétaires, et, dans tous cas, le litige serait du ressort des tribunaux.

Si au fond les réclamants pouvaient s'opposer à l'exécution des travaux, les moyens qu'ils faisaient valoir à l'appui de cette opposition n'étaient pas fondés. Les tribunaux, aux termes de l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, n'ont en effet à intervenir qu'en ce qui concerne les demandes ou contestations relatives à a caution. Quant à l'exécution des travaux, elle ne peut être autorisée que par l'autorité administrative. A elle seule, il appartient d'apprécier ce que peuvent réclamer les besoins d'un exploitation, de déterminer les précautions à prendre pour prévenir les accidents. Ces principes, consacrés par les diverses décisions que nous avons déjà rapportées, ont également été reconnus par les tribunaux, et notamment par un arrêt de la cour royale de Dijon, du 2 mai 1826, intervenu précisément au sujet de la mine du *Grand-Filon*. Les sieurs Mazoyer et Joesmin, antérieurement à la concession, avaient obtenu, par une décision du ministre de l'intérieur, du 1er octobre 1825, la permission de continuer provisoirement l'exploitation qu'ils avaient entreprise. Le propriétaire d'une maison située dans ce terrain s'opposa à cette exploitation. Le tribunal de Mâcon fit défense de poursuivre les travaux. Ce jugement a été infirmé par arrêt de la cour royale de Dijon, par le motif qu'une permission d'exploiter, donnée par l'autorité administrative, ne pouvait être entravée par l'autorité judiciaire. Un pourvoi a été formé contre cet arrêt; la cour de cassation l'a rejeté.

C'est donc un point de droit bien établi que l'administration seule est compétente pour autoriser les travaux des mines, quels qu'ils soient.

Mais ces travaux ne sauraient être permis quand il est constant qu'ils doivent occasionner des dangers.

Or, dans l'espèce, la proposition de l'ingénieur en chef et du préfet, d'obliger les locataires des deux maisons à les évacuer avant que les fouilles fussent entreprises, montrait assez qu'il était à craindre que la solidité de ces maisons ne fût compromise au point de mettre en péril la vie des personnes qui les habitent. En de telles circonstances, l'administration ne pouvait autoriser ces fouilles. Elle doit avant tout protéger les habitations, veiller à la sûreté publique.

Par ces motifs, et suivant l'avis du conseil général des mines, une décision de M. le ministre des travaux publics, du 15 mai 1843, a annulé les deux arrêtés du préfet de Saône-et-Loire.

MINIÈRES DE FER. — CONCURRENCE ENTRE PLUSIEURS MAÎTRES DE FORGES.

Le partage des minerais doit avoir lieu en raison des besoins de chaque usine du voisinage, encore bien que l'un des maîtres de forges soit propriétaire de la minière.

Les sieurs Gauthier frères, propriétaires du haut-fourneau de Sainte-Claire, département de la Moselle, avaient demandé l'autorisation d'extraire annuellement 500,000 kilogrammes de minerai dans le bois de Butte.

Cette autorisation leur a été accordée, sur le rapport des ingénieurs, par arrêté du préfet, du 27 août 1842.

Madame de la Vieuville, à qui ce bois appartient, et qui est elle-même propriétaire des forges de Villerupt, dans la localité, a réclamé, en déclarant qu'elle entendait exploiter elle-même; sauf à fournir du minerai aux sieurs Gauthier frères, s'il était reconnu qu'ils en eussent absolument besoin, ce qu'au fond elle contestait.

Le préfet a pris le 4 novembre un second arrêté, qui a maintenu aux sieurs Gauthier l'affectation de 500,000 kilogrammes, mais à la condition qu'ils n'en feraient eux-mêmes l'extraction que si madame de la Vieuville persistait dans le refus de leur fournir cet approvisionnement.

Madame de la Vieuville s'est pourvue contre ces deux arrêtés. Elle a soutenu qu'on avait attribué à ses concurrents un droit d'usage sur son terrain avant d'avoir réglé préalablement les besoins de chaque usine ; que tous les minerais du bois de Butte étaient nécessaires à l'alimentation de ses propres forges, et que les sieurs Gauthier ne pouvaient y avoir aucun droit, attendu qu'à l'époque où a été établi le haut-fourneau de Sainte-Claire, les demandeurs avaient pris l'engagement de ne s'approvisionner que dans certains terrains qu'ils désignaient.

La réclamation de madame de la Vieuville n'était point fondée.

Aux termes des articles 59 à 64 de la loi du 21 avril 1810, le propriétaire du terrain dans lequel existe du minerai de fer d'alluvion, est tenu d'exploiter pour subvenir aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale. S'il n'exploite pas, ou s'il ne fait pas des extractions suffisantes, les maîtres de forges peuvent obtenir la permission d'exploiter à sa place. Et en cas de concurrence entre plusieurs usines, il appartient au préfet de déterminer, sur l'avis des ingénieurs, les proportions suivant lesquelles chacun d'eux aura droit à l'exploitation ou à l'achat du minerai.

Ces dispositions sont également applicables lorsque le propriétaire du terrain est en même temps propriétaire d'usines : c'est-à-dire qu'il doit alors partager avec les autres usines, comme s'il s'agissait d'une minière étrangère. La loi, en effet, n'admet pas d'exceptions. Et on le conçoit : car le propriétaire de la minière pourrait compromettre l'existence des établissements voisins, détruire à son profit toute concurrence, s'il avait un droit exclusif sur le minerai par cela seul qu'il serait lui-même maître de forges. Nous avons plusieurs fois cité des arrêts de la cour de cassation et des décisions administratives qui ont consacré ces principes (1).

Le préfet avait donc fait une juste application des dispositions de la loi. Le haut-fourneau de Sainte-Claire a une existence légale; il se trouve dans le rayon de voisinage de la minière du bois de Butte : il avait par consé-

(1) *Annales des mines*, tome XII, page 26 ; tome XIIII, page 741 ; tome XVII, page 778.

quent le droit de venir en partage avec les usines de Villerupt. Madame de la Vieuville ayant déclaré qu'elle voulait exploiter elle-même, l'arrêté du 4 novembre a fait droit à sa réclamation. Il n'a autorisé les sieurs Gauthier à exploiter qu'autant que madame de la Vieuville leur refuserait la quantité de minerai fixée; toutes ces dispositions étaient conformes à la loi. Enfin il était constaté que, dans le partage tel qu'il avait été déterminé par le préfet, les besoins de chaque usine se trouvaient convenablement appréciés, qu'on avait eu égard à leur position respective et aux ressources que pouvait offrir la minière dans les circonstances d'un bon aménagement; qu'ainsi madame de la Vieuville n'était point fondée à soutenir que ses droits ou ses intérêts eussent été réellement lésés.

Quant à cette circonstance que les prédécesseurs des sieurs Gauthier, à l'époque où ils étaient en instance pour obtenir la permission d'établir leur haut-fourneau, avaient déclaré qu'ils n'exploiteraient que dans certains terrains désignés dans leur demande, il n'y avait pas lieu de s'y arrêter. L'ordonnance qui a autorisé ce haut-fourneau ne contenait aucune restriction de cette nature. Une semblable clause eût été contraire à la loi, qui ne reconnaît aucun droit exclusif sur les minerais de fer. Ces minerais doivent être partagés entre toutes les usines voisines, conformément à ce que l'intérêt général exige. Les sieurs Gauthier n'étaient assujettis qu'aux seules conditions prescrites par la loi et par l'ordonnance de permission; la déclaration des anciens propriétaires ne pouvait d'aucune manière leur être opposée.

Une décision du ministre des travaux publics, du 5 juin 1843, a, par les motifs qui précèdent, et conformément à l'avis du conseil général des mines, rejeté la réclamation de madame de la Vieuville.

CARRIÈRES.

I. *L'exploitation des carrières à plâtre, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, est régie par les deux règlements (l'un, général, et l'autre, spécial) en date du* **22** *mars* **1813**.

II. *Il est interdit, dans ces carrières, d'exploiter une basse masse sous un cavage de haute masse.*

III. *Les cavages ne peuvent être poussés que jusqu'à 10 mètres des chemins à voitures, édifices et constructions quelconques, plus un mètre par mètre d'épaisseur des terres.*

IV. *Les mots* constructions quelconques *comprennent les murs de clôture aussi bien que les maisons habitées.*

V. *Les arrêtés par lesquels le Préfet, dans l'intérêt de la sûreté publique, impose à des exploitants certaines conditions d'exploitation, sont des actes administratifs qui ne peuvent être attaqués par la voie contentieuse.*

Les sieurs Leclaire et Brochet, fabricants de plâtre à Montmartre, ont attaqué devant le conseil d'État une décision du 9 février 1839, du ministre des travaux publics, qui a rejeté les réclamations qu'ils avaient formées contre deux arrêtés du Préfet de la Seine, des 30 novembre et 12 décembre 1836, relatifs à une carrière dont ils sont propriétaires dans cette commune.

Le premier de ces arrêtés avait interdit au sieur Leclaire d'exploiter par puits la basse masse au-dessous d'une exploitation de haute masse opérée par cavage à bouche.

Le second arrêté avait fait défense au sieur Brochet d'exploiter dans une partie de cette carrière qui se trouvait trop rapprochée des propriétés limitrophes.

Les sieurs Leclaire et Brochet ont prétendu que les règlements n'interdisent pas d'exploiter une basse masse sous un cavage de haute masse. Ils ont soutenu aussi que les distances que ces règlements prescrivent, par rapport aux propriétés voisines, ne devaient point être appliquées dans l'espèce, attendu qu'il n'existait du côté de ces propriétés que de simples murs de clôture, et que, d'ailleurs, les propriétaires avaient donné leur consentement à ce que les travaux fussent pratiqués jusqu'à proximité de leurs terrains.

Ces réclamations ont dû être rejetées.

Les carrières de pierre à plâtre dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise sont régies par le règlement général et par le règlement spécial, en date, l'un et l'autre, du 22 mars 1813.

Le règlement général a prescrit les dispositions communes à toutes les natures de carrières.

Le règlement spécial a soumis les plâtrières, en particulier, à certaines conditions d'exploitation.

Il les a classées en carrières de haute, moyenne, et de basse masse :

Ce classement est déterminé par le plus ou moins d'épaisseur de la masse, quelles que soient sa longueur et sa largeur, et abstraction faite de l'épaisseur des terres qui la recouvrent.

Les hautes masses sont celles dont l'épaisseur est de 15 à 18 mètres; les moyennes, de 5 à 7; les basses masses, celles qui sur 12 mètres environ d'épaisseur, offrent alternativement des bancs de pierre à plâtre et des couches de marne ou d'argile.

L'exploitation de chaque espèce de masse peut être faite de trois manières, savoir :

A découvert, en déblayant la superficie;

Par cavage à bouche, c'est-à-dire, en pratiquant, soit au pied, soit dans le flanc d'une montagne, des ouvertures au moyen desquelles on y pénètre par des galeries;

Par puits, en creusant à la superficie d'un terrain des ouvertures qui descendent perpendiculairement dans la masse, où l'on forme ensuite des galeries à mesure de l'extraction.

Le même règlement a déterminé le mode de travaux à observer pour chacune de ces exploitations. Aucune de ces dispositions n'autorise à exploiter une basse masse sous un cavage de haute masse; et l'on conçoit en effet que deux exploitations ainsi superposées seraient trop dangereuses dans des carrières à plâtre. Cette faculté n'existe que pour les carrières de pierre à bâtir, qui présentent beaucoup plus de solidité. Ces dernières carrières sont soumises aussi à un règlement spécial, celui du 4 juillet 1813, et c'est pour elles seules que ce règlement a autorisé les doubles exploitations, en fixant les conditions auxquelles elles seraient assujetties.

A l'égard des distances à réserver aux abords des propriétés voisines, le règlement spécial du 22 mars 1813, concernant les carrières à plâtre, est également positif. Il porte que les exploitations à découvert et les cavages de toute espèce ne pourront être poussés qu'à la distance de 10 mètres des deux côtés des chemins, édifices et construc-

tions quelconques, plus 1 mètre par mètre d'épaisseur des terres ; que relativement aux ouvertures des puits, elles ne pourront se faire qu'à 20 mètres desdits chemins, édifices et constructions quelconques, sauf les exceptions qu'exigeraient les localités.

Les mots *constructions quelconques*, mis en opposition avec le mot *édifices*, qui précède, indiquent que l'on a voulu désigner les murs de clôture aussi bien que les maisons servant d'habitation. C'est ce qui a déjà été reconnu en 1834 au sujet d'une contestation semblable, dont nous avons rendu compte dans les Annales des mines (1).

Les sieurs Leclaire et Brochet objectaient qu'ils avaient l'adhésion des propriétaires. Mais des règlements qui ont pour objet la conservation des hommes et des choses sont des règlements d'ordre public, et l'on ne peut y déroger par des conventions privées. (Code civ., art. 1133.)

Le pourvoi se trouvait donc, au fond, non recevable. Il était de plus inadmissible dans la forme, ainsi que l'expliquent également les considérants de l'ordonnance du 11 mars 1843 (2) ainsi conçus :

« Considérant qu'aux termes de l'article 82 de la *loi* du » 21 avril 1810, l'exploitation des carrières par galeries » souterraines est soumise à la surveillance de l'administration ;

» Qu'aux termes du règlement du 22 mars 1813, nul ne » peut, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, ouvrir de carrières ou plâtrières, sans en avoir demandé et obtenu la permission, et que ces dispositions » ne sont pas applicables aux carrières qui sont à ciel » ouvert ;

» Considérant que la carrière à plâtre dont il s'agit n'est » pas à ciel ouvert; qu'ainsi elle est soumise aux prescriptions du règlement du 22 mars 1813, et que dès lors » les arrêtés par lesquels le Préfet de la Seine, dans l'intérêt des propriétés voisines et de la sûreté publique, a » imposé aux requérants certaines conditions d'exploitation, sont des actes administratifs qui ne peuvent nous » être déférés par la voie contentieuse; d'où il suit qu'il

---

(1) 3e série, tome VI, page 534.
(2) Voir cette ordonnance, ci-après, page 898.

» n'y a pas lieu d'admettre le recours contre la décision » de notre ministre des travaux publics, laquelle a con- » firmé les arrêtés précités. »

Il convient d'observer que quand bien même la carrière eût été à ciel ouvert, les mêmes motifs de décision eussent, ce semble, existé. Le règlement du 22 mars 1813, que l'ordonnance cite ici, est le règlement général, qui ne concerne, il est vrai, que les carrières exploitées souterrainement. Mais, comme on l'a vu plus haut, indépendamment du règlement général, il existe un règlement spécial, également du 22 mars 1813, et ce règlement comprend les exploitations à découvert comme celles qui s'opèrent par galeries souterraines. Ces exploitations à découvert sont donc aussi soumises à la surveillance de l'administration et à des dispositions réglementaires. Par conséquent des arrêtés qui prescriraient certaines mesures à leur égard dans l'intérêt de la sûreté publique et pour l'exécution du règlement spécial, seraient pareillement des actes administratifs non susceptibles d'être attaqués par la voie contentieuse.

USINES SUR DES COURS D'EAU.

Un pourvoi formé contre une ordonnance rendue après une instruction régulière n'est point admissible. — L'autorisation accordée ne fait point obstacle à ce que les tiers exercent devant qui de droit toute action pour les indemnités auxquelles ils croient pouvoir prétendre contre le permissionnaire d'après leurs titres et les règles du droit commun.

Les sieurs et dame Ronflette, propriétaires d'une usine sur le ruisseau de Nouzon, département des Ardennes, se sont pourvus devant le conseil d'Etat, pour faire annuler l'ordonnance royale du 22 avril 1840, qui avait autorisé le sieur Gendarme à établir un haut-fourneau et d'autres ateliers, sur la tête d'eau de l'usine à fer de *la Cachette*, située en amont des réclamants.

Le pourvoi était surtout fondé sur ce motif que la re-

tenue de l'usine de la Cachette aurait été augmentée au préjudice des sieur et dame Ronflette, et l'on prétendait que la demande du sieur Gendarme n'avait pas été instruite conformément aux règles de la matière; que notamment la seconde enquête, recommandée par la circulaire de l'administration des ponts et chaussées, du 16 novembre 1834, n'avait point eu lieu.

Les réclamants étaient dans l'erreur. La demande dont il s'agit avait été publiée et affichée. Une enquête spéciale avait été faite sur les propositions des ingénieurs; et, à ce sujet, M. le ministre des travaux publics faisait remarquer, dans sa réponse au pourvoi, que les formalités remplies dans cette affaire allaient même au delà de ce qui était nécessaire pour la validité d'une instruction relative à une usine métallurgique; que, d'une part, aux termes de la loi du 21 avril 1810, des affiches suffisaient, et que les publications qui ont été faites n'étaient point exigées; d'autre part, que la seconde enquête sur le règlement d'eau, n'était pas de rigueur; « car, ajoutait le ministre, cette » enquête n'est prescrite par aucune loi, par aucun rè» glement général d'administration publique. L'adminis» tration l'a recommandée, afin que tous les intérêts eussent » un moyen de plus de se faire entendre; c'est une mesure » utile sans doute, mais dont l'omission ne peut être con» sidérée comme une cause de nullité (1). En procédant » à cette enquête et aux publications de la demande, on a » donc, dans l'espèce, donné à l'affaire une publicité sur» abondante »

Sur la question de savoir si la retenue d'eau fixée pour l'usine de la Cachette pouvait réellement nuire aux sieur et dame Ronflette, M. le ministre s'en référait avec les ingénieurs et le préfet, à un jugement du tribunal de Charleville, lequel a repoussé la demande en dommages-intérêts formée par les sieur et dame Ronflette.

Ces derniers ont conclu en définitive à ce qu'il fût déclaré que les autorisations, en matière d'usines, ne préjudicient point aux actions en indemnités qui peuvent être exercées par des tiers à raison de dommages qu'ils prétendraient éprouver.

On vient de voir que, déjà, une action de cette nature,

(1) Voir *Annales des mines*, 3e série, tome XVIII, page 662.

introduite par les sieur et dame Ronflette, avait été repoussée par l'autorité judiciaire. Du reste, comme le principe invoqué était de droit, il n'y avait nul inconvénient à le reconnaître : c'est en effet l'objet de l'un des considérants de l'ordonnance du 10 mars 1843 (1), qui a rejeté le pourvoi des sieur et dame Ronflette contre celle du 23 avril 1840 qu'ils attaquaient comme entachée d'irrégularités, tandis qu'au contraire l'instruction avait été régulière et complète à tous égards.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 897.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

PREMIER SEMESTRE 1843.

Mine de sel gemme de Gouhenans.

Ordonnance du roi, du 3 janvier 1843, portant concession à MM. Parmentier, Grillet *et* compagnie*, d'une mine de sel gemme située dans les communes de* Gouhenans, Athésans, Villafans *et* Longevelle (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Gouhenans*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant du clocher de Gouhenans et aboutissant au point H où le bord méridional du chemin du Val-de-Gouhenans au village d'Athésans pénètre sur le territoire de cette dernière commune ;

A l'est, par une ligne droite tirée à partir du point précédent H vers le clocher d'Etroite-Fontaine, mais limitée au point K, c'est-à-dire à sa rencontre avec la ligne droite de l'ancien clocher d'Athésans au clocher de Villafans ;

Au sud, par deux lignes droites tirées, la première, du point précédent K au clocher de Villafans, et la deuxième du clocher de Villafans à celui de Longevelle ;

A l'ouest, par une ligne doite tirée du clocher de Longevelle à celui de Gouhenans, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés quatre-vingt-huit hectares.

Ordonnance du 5 février 1843, portant concession aux sieurs Michel Brosson *et* François Brosson, Étienne Rochette, Louis Pouzol, Antoine Chambe *et* Frédéric Besson, *de mines de houille situées dans les communes de* Lamothe, *de* Chaniat *et de* Fontannes (Haute-Loire). Mines de houille de Lamote

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Lamothe*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, une ligne menée du clocher de Lamothe à la maison du sieur Pierre Boyer, sise au lieu dit *Vialle ;*

Au nord-est, une ligne menée du dernier point ci-dessus au point A du plan, situé sur le ruisseau du Breuil, à trois cents mètres en avant de son intersection avec le chemin de Lamothe et de Vialle à Frugerol ;

A l'est, une ligne menée du point A au moulin de Frugerol ;

Au sud, une ligne menée du moulin de Frugerol au clocher de Fontannes, et prolongée jusqu'à son intersection avec la rive droite de l'Allier, point B du plan ;

A l'ouest, la rive droite de l'Allier depuis le point B jusqu'au point C, situé à soixante-deux mètres en aval du pont suspendu de Lamothe ;

Au nord-ouest, une ligne menée du point C au clocher de Lamothe, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, cinquante-six hectares.

Cahier des charges de la concession de Lamothe.

(Extrait.)

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'approcher, soit de la route de Brioude à Lamothe, soit de la rive droite de l'Allier, de manière à s'en trouver à moins de dix mètres de distance, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingé-

pieurs des mines et après que les ingénieurs des ponts et chaussées auront été entendus.

L'autorisation pourra être refusée s'il est reconnu que, malgré toutes les précautions, les travaux soient de nature à compromettre la sûreté publique ou à causer l'inondation de la mine.

Minières de Saint-Pancré.

Ordonnance du 5 février 1843; qui règle le mode de recouvrement des sommes à payer par les propriétaires des usines admises à l'exploitation des minières de Saint-Pancré, *pour les minerais extraits dans les terrains communaux.*

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu l'article 6 de l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI, qui a chargé le garde des minières de Saint-Pancré, département de la Moselle, du recouvrement des sommes à percevoir sur chaque voiture de minerai extrait de ces minières;

Les propositions faites par les ingénieurs et le préfet, tendant à modifier cette disposition;

Les avis du conseil général des mines, des 23 août 1838 et 21 février 1842;

La lettre de notre ministre de l'intérieur, du 12 mars 1839;

La lettre de notre ministre des finances, du 8 octobre 1838, et celle du directeur général de l'administration des contributions directes, du 1er août 1842;

Vu la loi du 15 juillet 1837 sur l'administration municipale;

Considérant qu'il convient d'appliquer les règles prescrites par cette loi à la perception des sommes dont il s'agit;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit

Art. 1er. L'article 6 de l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI est rapporté.

Art. 2. A l'avenir, le recouvrement des sommes à

payer aux communes par les propriétaires des usines admises à l'exploitation des minières de Saint-Pancré, pour prix du minerai extrait dans les terrains communaux, sera opéré par les receveurs municipaux, d'après les états qui seront arrêtés par le préfet.

Lesdits receveurs opéreront aussi le recouvrement des 25 centimes que les maîtres de forges affouagers des minières de Saint-Pancré ont à payer, en exécution de l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI, par chaque voiture de minerai extrait tant des terrains communaux que des propriétés particulières compris dans l'étendue de ces minières.

Art. 3. Il n'est apporté, en ce qui concerne la surveillance à exercer sur les minières de Saint-Pancré par le garde-mines, aucun changement aux dispositions de l'arrêté du 15 pluviôse an XI et du décret du 24 août 1811.

Art. 4. Notre ministre secrétaire d'État des travaux publics et notre ministre secrétaire d'État des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance qui sera insérée au Bulletin des lois (1).

Ordonnance du 5 *février* 1843, *portant que le sieur* PRÉNAT *est autorisé à construire une usine à fer dans la commune de* GIVORS (Rhône), *entre le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, le canal de Rive-de-Gier et le cours du Rhône.* Usine à fer, à Givors.

Ladite usine sera et demeurera composée :

1° D'un haut-fourneau ;

2° De deux fours à réverbère et de trois cubilots destinés à refondre la fonte ;

3° De tous les appareils accessoires nécessaires à l'établissement, tels que machines soufflantes, ateliers de moulage, tours, etc.

---

(1) Voir ci-après, page 893, l'arrêté de M. le ministre des travaux publics, du 20 février 1843, concerté avec M. le ministre des finances, pour l'exécution de l'ordonnance du 5 février.

Feu d'affinerie, à Xertigny.

Ordonnance du 5 février 1843, *portant que les sieurs* Stanislas de BUYER *et* André HILDEBRAND *sont autorisés à établir un second feu d'affinerie dans leur usine à fer dite* le laminoir de SEMOUZE, *située commune de* XERTIGNY (Vosges).

Lavoir à bras, à Champigneulle.

Ordonnance du 5 février 1843, *portant que la commune de* CHAMPIGNEULLE (Ardennes) *est autorisée à établir un lavoir à bras pour la préparation des minerais de fer, sur les terrains dont elle est propriétaire, au lieu dit* LA FONTAINE.

Lavoir à bras, à Saint-Juvin.

Ordonnance du 5 février 1843, *portant que les sieurs* DUPONT *et* DREYFUS *sont autorisés à établir un lavoir à bras pour le lavage du minerai de fer sur le ruisseau du* JARDINET, *dans la commune de* SAINT-JUVIN (Ardennes).

(Extrait.)

Art. 16. La présente permission cessera d'avoir son effet, à l'expiration du bail consenti le 8 juillet 1842 pour six années à partir du 1er octobre 1842, c'est-à-dire le 1er octobre 1848, ou seulement à la fin du renouvellement de ce bail, s'il y a lieu ; à moins que les permissionnaires n'aient été autorisés à continuer d'occuper le terrain appartenant au sieur Delaine, en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Forge de la Vernière.

Ordonnance du 5 février 1843, *portant que le sieur* LEGENDRE *est autorisé à maintenir en activité la petite forge de* LA VERNIÈRE, *située sur le ruisseau des* LIMOUSINS, *dans la commune de* CHASNAY (Nièvre).

Cette usine restera composée :

1° D'un feu de mazerie ;

2° D'un feu de petite forge, des appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer et de l'acier de forge, et des machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine ;

3° D'un lavoir à bras pour les menus fers.

Ordonnance du 5 février 1843, portant que le sieur SEILLIÈRE *est autorisé à maintenir en activité neuf lavoirs à bras pour la préparation des minerais de fer, qu'il possède sur deux dérivations du cours d'eau de* MARCHE, *commune de* MARGUT (Ardennes), *près de ses hauts-fourneaux de* MARGUT.

Lavoirs à bras, à Margut.

Ordonnance du 5 février 1843, portant que la dame veuve POTOINE *et fils sont autorisés à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, situés au territoire de* MONTIGNY-SUR-VENCE (Ardennes), *et alimentés par les eaux de la fontaine du* TROU-DE-BARBAISE.

Lavoirs à bras à Montigny-sur-Vence.

(Extrait.)

Art. 8. L'opération du lavage cessera tous les ans au 15 avril et sera reprise au 15 octobre.

Ordonnance du 5 février 1843, qui apporte diverses modifications, en ce qui concerne les ouvrages à exécuter pour l'épuration des eaux, aux dispositions de l'ordonnance du 26 novembre 1833, autorisant la dame veuve Dornier à tenir en activité l'usine à fer, dite LE CROCHOT, *et le patouillet qu'elle possède sur la rivière du* SALON, *dans la commune de* MONT-LE-FRANOIS (Haute-Saône).

Usine à fer du Crochot.

Mines de houille de St-Georges-Châtelaison.

Ordonnance du 12 février 1843, partant délimitation de la concession des mines de houille de SAINT-GEORGES-CHATELAISON (Maine-et-Loire).

(Extrait.)

Art. 1er. La concession des mines de houille de Saint-Georges-Châtelaison est et demeurera délimitée, y compris les mines de houille dépendant de l'ancienne paroisse de Concourson, ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au nord-est, par quatre lignes droites menées, la première, du clocher des Verchers à l'angle sud-ouest du château de Maurepart, en la prolongeant de 1.040 mètres au delà de cet angle jusqu'au point A du plan ; la seconde du point A au clocher de Martigné ; la troisième du clocher de Martigné à l'intersection des chemins de Cornu à Millé, et de Thouarée à Martigné, en la prolongeant de 7,780 mètres au delà de cette intersection jusqu'au point B ; la quatrième, du point B au clocher de Beaulieu, en la prolongeant jusqu'au point C, où elle rencontre la limite de la concession de Layon-et-Loire ;

Au nord-ouest, par une ligne droite allant dudit point C au pont Barrée, et par la route de Chollet à Angers, à partir dudit pont jusqu'au clocher de Saint-Lambert ;

Au sud-ouest, par trois lignes droites menées, la première dudit clocher de Saint-Lambert au clocher de Faverge ; la seconde, du clocher de Faverge au clocher d'Aubigné, et la troisième de ce dernier clocher à un point M situé sur la route de Chollet à Doué, à 110 mètres au nord-est du point où cette route est coupée par le chemin des Rochettes aux Verchers, en prolongeant cette ligne droite jusqu'au point D, où elle rencontre la rivière de Layon ;

Au sud-est, enfin, par une ligne droite menée du point D' au clocher des Verchers, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 83 kilomètres carrés, 24 hectares.

Art. 2. Les concessionnaires seront tenus, conformément à l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions faites avec les propriétaires du sol.

Ordonnance du 12 février 1843, portant que le sieur PARENT-MANGE, *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de* LA LOGE, *située sur l'étang de la Loge, commune de* SAINT-SEINE (Nièvre).

Usine à fer de la Loge.

Cette usine restera composée :

De trois feux de grosse forge,

D'un four à réverbère,

D'un four à manche pour la fabrication de la fonte de seconde fusion,

Des machines de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer.

Ordonnance du 12 février 1843, portant que M. le marquis DE GERMIGNEY *est autorisé à maintenir en activité le bocard à mines à douze pilons et les patouillets accessoires qu'il possède sur le ruisseau d'*ORGE, *dans la commune de* RIBEAUCOURT (Meuse).

Bocard et patouillets, à Ribeaucourt.

(Extrait.)

Art. 13. L'opération du bocardage et du patouillage cessera tous les ans au 15 avril, et ne sera reprise qu'au 15 octobre.

Ordonnance du 12 février 1843, portant que les sieur et dame TUILLOT *sont autorisés à maintenir en activité un patouillet pour le lavage des minerais de fer, sur la tête d'eau de l'ancien moulin de* MONTIGNY, *situé dans la commune de ce nom* (Ardennes).

Patouillet, à Montigny.

(Extrait.)

Art. 13. L'opération du lavage cessera tous les ans au 15 avril et ne sera reprise qu'au 15 octobre suivant.

Art. 19. Dans le cas où l'administration ordonnerait le curage de la rivière de Vence, les permissionnaires,

comme les autres riverains qui seraient reconnus devoir profiter de ce curage, en supporteront les frais, conformément aux dispositions de la loi du 14 floréal an XI.

Lavoirs à bras, à Sommerance et à Saint-Juvin.

Ordonnance du 12 février 1843, portant que les sieurs Dupont *et* Dreyfus *sont autorisés à maintenir en activité 1° cinq lavoirs à bras existant dans la commune de* Sommerance (Ardennes), *dont l'un situé dans l'intérieur du village, un autre dans le ravin de la* Jonquette, *et trois autres dans le ravin de* Noyelle*; 2° un lavoir à bras situé dans la commune de* Saint-Juvin (même département), *au lieu dit* le clos de Bonnefoi.

Art. 22. La présente permission cessera d'avoir son effet, en ce qui concerne le lavoir du clos de Bonnefoi, commune de Saint-Juvin, à l'expiration du bail de dix années, en date du 21 octobre 1841, ou du nouveau bail qui aurait été passé entre les parties, à moins que les permissionnaires n'aient été autorisés à continuer d'occuper le terrain communal, en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Haut-fourneau, forge et patouillet, à Diénay.

Ordonnance du 20 février 1843, portant que le sieur Henri-Jules Lechêne *est autorisé 1° à maintenir en activité le haut-fourneau et la forge qu'il possède sur la rivière de l'*Ignon*, dans la commune de* Diénay (Côte-d'Or); *2° à y établir un bocard et un patouillet.*

Ladite usine sera et demeurera composée :
1° D'un haut-fourneau au charbon de bois;
2° D'un feu d'affinerie également au charbon de bois;
3° D'un bocard et d'un patouillet;
4° Des machines soufflantes et de compression nécessaires au roulement des diverses parties de l'établissement.

Arrêté du ministre des travaux publics, du 20 février 1843, relatif à l'exécution de l'ordonnance du 5 du même mois concernant les minières de Saint-Pancré (Moselle). Minières de St-Pancré.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Vu l'ordonnance royale du 5 février 1843, qui a disposé que le recouvrement des sommes à payer par les maitres de forges admis à l'exploitation des minières de Saint-Pancré, département de la Moselle, serait opéré à l'avenir par les receveurs municipaux;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Au commencement de chaque année, le garde-mines transmettra à l'ingénieur des mines du département un état de la quantité totale des minerais enlevés par chaque usine pendant l'année précédente.

Cet état devra indiquer d'une manière exacte et distincte :

1° La quantité de minerais de chacune des trois classes admises par l'article 2 du décret du 24 août 1811, et enlevés par chaque usine dans les terrains appartenant à chacune des communes comprises dans la circonscription des minières de Saint-Pancré;

2° La quantité de minerais de chacune de ces classes, enlevée par chaque usine dans les propriétés particulières comprises dans l'étendue de cette circonscription.

Art. 2. Ledit état qui devra être réglé par le garde-mines, conformément au modèle ci-annexé sous le n° 1, sera transmis par l'ingénieur des mines, avec son avis, au préfet, lequel réglera par un arrêté les sommes dues par chaque maître de forges, tant aux communes pour l'indemnité qui leur revient, en vertu de l'article 66 de la loi du 21 avril 1810, qu'à la *caisse d'amélioration* des minières de Saint-Pancré, d'après l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI et le décret du 24 août 1811.

Art. 3. Ces sommes seront perçues par les receveurs municipaux au moyen des rôles que le préfet fera dresser dans la forme du modèle n° 2.

La partie de ces sommes à provenir du prix du minerai figurera dans le budget communal, au chapitre des rerecettes ordinaires, sous ce titre : *Indemnités pour minerais de fer livrés en* 184... *aux propriétaires ou fermiers*

des hauts-fourneaux affouagers des minières de Saint-Pancré.

Quant aux sommes à provenir de la rétribution de 25 centimes par voiture de 1000 kilogrammes de minerai lavé et extrait des terrains communaux ou des propriétés particulières, et qui seront aussi perçues par les receveurs municipaux, elles seront centralisées dans la caisse du receveur municipal de la commune de Saint-Pancré, et les fonds disponibles seront placés en compte courant au trésor.

Art. 4. Le traitement du garde-mines sera mandaté par le maire de la commune de Saint-Pancré sur les fonds de la caisse d'amélioration, et payé par le receveur municipal.

Art. 5. Les dépenses matérielles seront payées sur les mêmes fonds d'après les indications qui auront été transmises par le préfet, et mandatées par le maire au nom du garde-mines, qui devra justifier au receveur municipal de l'emploi des fonds mis à sa disposition.

Signé J.-B. TESTE.

ÉTAT dressé par le garde-mines de [illegible] de Saint-Pancré, pour l'approvisionnement des hauts-fourneaux qui y sont affouagers; 2° des sommes à verser entre les mains des receveurs municipaux par les propriétaires desdits hauts-fourneaux, tant pour la valeur du minerai que pour payement de la taxe de 25 centimes par voiture de minerai à eux livrée; le tout en exécution de l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI, du décret du 24 août 1811 et de l'arrêt de la cour royale de Metz du 22 décembre 1837.

Noms des hauts-fourneaux qui se sont approvisionnés de minerai en 18. . aux minières de Saint-Pancré.	Noms des propriétaires auxquels appartiennent ces hauts-fourneaux, ou des fermiers qui les exploitent.	Communes sur le territoire desquelles on a fait l'extraction de l'année 18.....	NOMBRE de voitures extraites des propriétés communales.				SOMMES dues pour minerai extrait des propriétés communales.				NOMBRE de voitures extraites des propriétés particulières.				Sommes à verser dans la caisse d'amélioration des minières de Saint-Pancré, à raison de 0f.,25 par voiture provenant des biens communaux.	Sommes à payer aux communes et à la caisse d'amélioration des mines de Saint-Pancré. NOTA. Addition des sommes des colonnes 11 et 16.	OBSERVATIONS.
			Minerai de 1re classe.	Minerai de 2e classe.	Minerai de 3e classe.	Total du nombre de voitures.	Minerai à 4f.,50 la voiture.	Minerai à 3f.,50 la voiture.	Minerai à 2 fr. la voiture.	Total des sommes revenant aux communes.	Minerai de 1re classe.	Minerai de 2e classe.	Minerai de 3e classe.	Total du nombre des voitures.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		Saint-Pancré.															
		Ville-Houldemont.															
		Cosne.															
Etc.	Etc.	Etc.															
Totaux.																	

Département de la Moselle.
—
Arrondissement de Briey.
—
Commune de

MODÈLE nº 2.

Rôle des sommes à percevoir des maîtres de forges propriétaires des hauts-fourneaux affouagers des minières de Saint-Pancré, pour livraison de minerai en 184 .

Noms des maitres de forges qui se sont approvisionnés aux minières de Saint-Pancré en 184 .	Sommes dues à la commune de pour prix des minerais extraits dans le cours de 184 .	Sommes dues à la caisse d'amélioration des minières de Saint-Pancré.	Total des sommes à recouvrer.	Observations.
Totaux.				

Les sommes mentionnées au présent rôle pour minerais livrés aux maîtres de forges ci-dessus désignés, en exécution de l'arrêté du gouvernement, du 15 pluviôse an XI, du décret du 24 août 1811 et de l'arrêt de la cour royale de Metz, du 22 décembre 1837, seront mises en recouvrement par le percepteur de la commune de lequel versera la somme de , affectée à la caisse d'amélioration des mines de Saint-Pancré, entre les mains du receveur municipal de la commune de Saint-Pancré.

Les dénommés audit rôle, leurs représentants ou ayants cause sont tenus d'acquitter les sommes y contenues, à peine d'y être contraints par les voies de droit.

Fait à le

Le préfet du département,

Ordonnance du 10 *mars* 1843, *portant rejet d'un pourvoi formé par les sieur et dame* Ronflette, *contre l'ordonnance du* 22 *avril* 1840 *qui a autorisé le sieur* Gendarme *à établir un haut-fourneau, etc., sur la tête d'eau de l'usine qu'il possède sur le ruisseau de* Nouzon (Ardennes). **Haut-fourneau, etc., à Nouzon.**

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes sommaire et ampliative à nous présentées, au nom des sieur et dame Ronflette, lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général, la première le 29 octobre 1840, la seconde le 26 janvier 1841, et tendant à ce qu'il nous plaise déclarer non avenue notre ordonnance du 22 avril 1840, qui a autorisé le sieur Gendarme, propriétaire d'une usine sur le ruisseau de Nouzon, à établir sur la tête d'eau de ladite usine un haut-fourneau, etc., le tout activé par cinq roues hydrauliques; ce faisant, condamner aux dépens le défendeur;

Vu notre ordonnance attaquée;

Vu la signification faite, tant des requêtes susvisées que de l'ordonnance de soit communiqué mise au bas de la première desdites requêtes, au sieur Gendarme, qui n'a fourni aucune défense;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics en réponse à la communication qui lui a été donnée des mêmes requêtes; ladite lettre enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 22 février 1842, et concluant au rejet du pourvoi;

Vu toutes les pièces jointes au dossier, et notamment deux certificats du maire de la commune de Nouzon, attestant que la demande du sieur Gendarme, sur laquelle est intervenue notre ordonnance du 22 avril 1840, a été publiée et affichée dans la dite commune;

Vu le mémoire en réplique au nom des sieur et dame Ronflette, par lequel ils déclarent conclure en définitive à ce qu'il soit déclaré que les ordonnances d'autorisation, en matière d'usine, sont sans préjudice de l'action en indemnité qui peut être exercée pour cause de dommage contre le concessionnaire par le riverain ou propriétaire d'usine qui se prétend lésé;

Vu la loi du 21 avril 1810, notamment les articles 73

à 80, les lois des 12-20 août 1790 et 28 septembre, 6 octobre 1791, l'arrêté du 19 ventôse an VI;

Ouï M. Boulatignier, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que notre ordonnance du 22 avril 1840 a été précédée de toutes les formalités et affiches prescrites par les lois et règlements sus-visés; que dès lors, le pourvoi des sieur et dame Ronflette, contre notredite ordonnance, n'est pas recevable;

Considérant que notredite ordonnance ne fait d'ailleurs pas obstacle à ce que les requérants exercent, devant qui de droit, toute action pour les indemnités auxquelles ils croiraient pouvoir prétendre contre le concessionnaire de notredite ordonnance, d'après leurs titres et les règles du droit commun;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Le pourvoi des sieur et dame Ronflette est rejeté.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Carrière à plâtre, à Montmartre.

Ordonnance du 11 *mars* 1843, *portant rejet de la requête présentée par les sieurs* Leclaire *et* Brochet *contre une décision du ministre des travaux publics, du* 9 *février* 1839, *relative à l'exploitation d'une carrière à plâtre qu'ils possèdent dans la commune de Montmartre* (Seine).

Louis-Philippe, etc.,

Vu les requêtes sommaire et ampliative à nous présentées par les sieurs Leclaire et Brochet fils, fabricants de plâtre, demeurant à Montmartre, département de la Seine, lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, les 11 juin et 13 juillet 1839, tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision de

notre ministre des travaux publics, en date du 9 février 1839, pour excès de pouvoir, violation des règlements et atteintes aux droits de propriété; ce faisant, ordonner que les requérants se retireront devant le même ministre pour qu'application soit faite à leur demande d'exploiter la carrière à plâtre qui leur appartient, des dispositions du règlement du 22 mars 1813; en conséquence, qu'il leur soit permis 1° d'exploiter la totalité du terrain exploitable en masse jusqu'à la distance de 3 mètres du mur de clôture des sieurs Ferry, Houllier, Candon et Borel; 2° d'ouvrir le puits pour la basse masse à l'entrée de la bouche d'exploitation, sans être soumis pour cette partie de leur travail à d'autres conditions qu'à celles prescrites par le règlement; condamner qui de droit aux dépens;

Vu la décision attaquée, ladite décision notifiée aux requérants par la lettre du préfet, en date du 14 mars 1839;

Vu les arrêtés du préfet de la Seine, en date des 30 novembre et 12 décembre 1836;

Vu l'avis du conseil général des mines, en date du 27 février 1840, ensemble les plans et pièces du dossier;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi; ladite lettre enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 12 octobre 1841;

Vu la loi du 21 avril 1810, le décret du 22 mars 1813, approbatif du règlement concernant l'exploitation des carrières dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise;

Ouï M. Vuillefroy, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant qu'aux termes de l'article 82 de la loi du 21 avril 1810, l'exploitation des carrières par galeries souterraines est soumise à la surveillance de l'administration;

Qu'aux termes du règlement du 22 mars 1813, nul ne peut, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, ouvrir des carrières ou plâtrières, sans en avoir demandé et obtenu la permission, et que ces dispositions ne sont pas applicables aux carrières qui sont à ciel ouvert;

Considérant que la carrière à plâtre dont il s'agit n'est pas à ciel ouvert, qu'ainsi elle est soumise aux prescriptions du règlement du 22 mars 1813, et que dès lors les

arrêtés par lesquels le préfet de la Seine, dans l'intérêt des propriétés voisines et de la sûreté publique, a imposé aux requérants certaines conditions d'exploitation, sont des actes administratifs qui ne peuvent nous être déférés par la voie contentieuse; d'où il suit qu'il n'y a pas lieu d'admettre le recours dirigé contre la décision de notre Ministre des travaux public, laquelle a confirmé les arrêtés précités;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête des sieurs Leclaire et Brochet est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Exécutioo de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810.

Ordonnance du Roi, du 26 *mars* 1843, *concernant les mesures à prendre lorsque l'exploitation des mines compromet la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol et des habitations de la surface.*

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu l'article 50 (titre V) de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçu :

« Si une exploitation compromet la sûreté publique, la » conservation des puits, la solidité des travaux, la sûreté » des ouvriers mineurs ou des habitations de la surface, il » y sera pourvu par le préfet, ainsi qu'il est pratiqué en » matière de grande voirie et selon les lois. »

Vu la loi du 29 floréal an X, sur la police de la grande voirie;

Vu le décret du 3 janvier 1813, relatif à la police souterraine;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1. Dans les cas prévus par l'article 50 de la loi du

21 avril 1810, et généralement lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation d'une mine compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol et des habitations de la surface, les concessionnaires seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines et au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 2. L'ingénieur des mines ou, à son défaut, le garde-mines se rendra sur les lieux, dressera procès-verbal et le transmettra au préfet, en y joignant l'indication des mesures qu'il jugera propres à faire cesser la cause du danger.

Le maire adressera aussi au préfet ses observations et ses propositions sur ce qui pourra concerner la sûreté des personnes et celle des propriétés.

En cas de péril imminent, l'ingénieur des mines du département fera, sous sa responsabilité, les réquisitions nécessaires pour qu'il y soit pourvu sur-le-champ; le tout conformément aux dispositions de l'article 5 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 3. Le préfet, après avoir entendu le concessionnaire, ordonnera telles dispositions qu'il appartiendra.

Art. 4. Si le concessionnaire, sur la notification qui lui sera faite de l'arrêté du préfet, n'obtempère pas à cet arrêté, il y sera pourvu d'office, à ses frais, et par les soins des ingénieurs des mines.

Art. 5. Quand les travaux auront été exécutés d'office par l'administration, tous les frais de confection et tous autres frais seront réglés par le préfet. Le recouvrement en sera opéré par les préposés de l'administration de l'enregistrement et des domaines, comme en matière d'amendes, frais et autres objets se rattachant à la grande voirie.

Les réclamations contre le règlement de ces frais seront portées devant le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'État.

Art. 6. Il sera procédé, ainsi qu'il est dit aux articles 3, 4 et 5 ci-dessus, à l'égard de tout concessionnaire qui négligerait, soit d'adresser au préfet, dans les délais fixés, les plans de ses travaux souterrains, soit de tenir sur ses exploitations le registre et le plan d'avancement journalier des travaux, soit enfin d'entretenir constamment sur

ses établissements les médicaments et autres moyens de secours.

Art. 7. Les dispositions ci-dessus seront exécutées sans préjudice de l'application, s'il y a lieu, des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Art. 8. Notre ministre secrétaire d'état des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Mines d'antimoine, plomb, cuivre et autres métaux du Col de la Bousole.

Ordonnance du 18 *mars* 1843, *qui admet l'opposition du sieur* Fabre *contre l'ordonnance du* 27 *avril* 1838 *portant institution de la concession des mines d'antimoine, plomb, cuivre et autres métaux du* Col de la Bousole (Aude).

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux;

Vu la requête à nous présentée par le sieur Baptiste Fabre, domicilié à Castelnaudary (Aude); ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'État, le 27 mars 1840, et tendant à ce qu'il nous plaise le recevoir tiers-opposant à notre ordonnance du 27 avril 1838, qui a concédé aux sieurs Paliopy et Ribes les mines d'antimoine, plomb, cuivre et autres métaux situés au col de la Bousole, dans la commune de Palairac, département de l'Aude, statuant sur ladite tierce-opposition, fixer à cent mille francs l'indemnité due à l'exposant comme inventeur desdites mines; en conséquence, dire que les sieurs Paliopy et compagnie ne seront et demeureront concessionnaires qu'au moyen du payement de l'indemnité ci-dessus, et les condamner aux dépens;

Vu notre ordonnance attaquée;

Vu l'ordonnance de soit communiqué de la requête ci-dessus visée aux sieurs Paliopy et compagnie; ladite ordonnance rendue par le vice-président de notre conseil d'état, le 11 avril 1840;

Vu l'exploit du ministère de Marfan, huissier à Carcassonne, en date du 14 mai 1840, contenant signification aux sieurs Ribes et Paliopy des requête et ordonnance de soit communiqué, ci-dessus visées;

Vu le mémoire en défense à nous présenté par les sieurs

Paliopy et compagnie, négociants à Carcassonne ; ledit Paliopy agissant, par suite de la dissolution de la société avec le sieur Ribes, tant en son nom personnel que comme directeur gérant de la nouvelle société d'exploitation des mines de la Bousole, ledit mémoire enregistré au secrétariat général de notre conseil d'Etat le 13 mars 1841, et tendant à ce qu'il nous plaise rejeter la requête du sieur Fabre ;

Vu les observations de notre ministre des travaux publics adressées, le 31 mars 1841, au vice-président de notre conseil d'État, en réponse à la communication qui lui avait été donnée de la requête du sieur Fabre ;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier ;

Vu la loi du 21 avril 1810 ;

Ouï Me Chevalier, avocat du sieur Fabre ;

Ouï Me Martin pour Me Bonjean, avocat des sieurs Paliopy et consorts ;

Ouï M. Vuillefroy, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

Considérant qu'aux termes de l'art. 17 de la loi du 21 avril 1810, l'acte de concession ne purge en faveur du concessionnaire tous les droits des propriétaires et des inventeurs qu'autant que ceux-ci ont été appelés ou entendus ;

Considérant que le sieur Fabre, par une demande enregistrée au secrétariat de la préfecture de l'Aude, le 16 mai 1835, prétendait avoir découvert les mines qui furent concédées, par notre ordonnance du 27 avril 1838, aux sieurs Paliopy et Ribes, et dont il sollicitait lui-même la concession ; que c'est en qualité d'inventeur de ces mines qu'il réclame par-devant nous une indemnité ;

Considérant que le sieur Fabre n'a été ni appelé ni entendu dans le cours de l'instruction à laquelle la demande des sieurs Paliopy et Ribes a donné lieu ;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1. L'opposition du sieur Fabre est admise.

Art. 2. Le sieur Fabre est renvoyé devant notre ministre des travaux publics pour faire statuer tant sur sa qualité d'inventeur des mines dont il s'agit, que pour faire déterminer la quotité de l'indemnité qui peut lui être due.

Art. 3. Les sieurs Paliopy et Ribes sont condamnés aux dépens.

Art. 4. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines d'anthracite de Charbonnière.

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant concession aux sieurs* Jean-Camille Durozier *et* Edmond Adam *de mines d'anthracite situées dans la commune de* St. Symphorien de Lay (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Charbonnière*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, du point H situé au nord du hameau de Montceau et à la jonction de deux chemins qui tendent à ce hameau, une ligne tirée au point G, angle nord du bâtiment des Quatre-Buissons ;

A l'est, le chemin des Quatre-Buissons à Lay, depuis le point G jusqu'au point F, où il est rencontré par le chemin venant de Dertoray; ensuite une ligne tirée du point F au point E, jonction de trois chemins qui, de Charbonnière, de Saint-Symphorien et de la route royale de Paris à Lyon, tendent à Lay; puis le dernier de ces trois chemins, depuis le point E jusqu'au point D, où il est coupé par une ligne menée du point S, angle sud-est du domaine de Marvallin au point B, jonction du chemin du domaine Lafayette à Saint-Symphorien avec la route royale, ledit chemin GF, ladite ligne FE, et ledit chemin ED formant les limites ouest de la concession de Lay ;

Au sud et à l'ouest, la portion de la ligne BS, qui est comprise entre le point D et le point B ; ensuite la route royale de Paris à Lyon, depuis le point B jusqu'au point V, où elle est coupée par la limite de la commune de Neaux ; puis ladite limite, depuis le point V jusqu'au point X, où elle est coupée par le chemin de Lay à Neaux ; enfin une

ligne droite menée du point X au point H, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés vingt hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé :

1° En une rente annuelle de 10 centimes par hectare pour les propriétaires de tous les terrains compris dans la concession ;

2° En une redevance au profit des propriétaires dans les terrains desquels l'exploitation sera portée.

Ladite redevance est fixée, quelle que soit l'épaisseur des couches :

Au vingtième du produit total de l'exploitation, tant que la profondeur n'excédera pas 100 mètres ;

Au quatrième de ce même produit pour des profondeurs de 100 à 200 mètres ;

Et au sixième, pour toute profondeur excédant 200 mètres.

Cette redevance sera délivrée en nature, au fur et à mesure de l'extraction, à moins que les propriétaires ne préfèrent la recevoir en argent. Dans ce dernier cas, elle sera payée par semaine, suivant le prix attribué à l'anthracite, soit à l'amiable, soit à dire d'experts.

Les propriétaires devront déclarer aux concessionnaires en quelle valeur ils entendent percevoir leur redevance. Leur déclaration servira de règle jusqu'à l'abandon de la couche en exploitation, au moment où elle aura été faite.

Les dispositions ci-dessus seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures au présent acte de concession. Lesdites conventions, s'il en existe, seront à cet égard déclarées nulles et non avenues.

Cahier des charges de la concession des mines d'anthracite de Charbonnière.

(Extrait.)

Art. 10. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous le bourg de Saint-

Symphorien de Lay, ou même s'en approcher à une distance moindre de 50 mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le maire, le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux pourra être refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation soit de nature à compromettre la sûreté du sol, celle des habitants, ou la conservation des édifices.

Art. 11. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'approcher de la route de Paris à Lyon, à une distance de ses bords moindre de dix mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet donnée sur les rapports des ingénieurs des mines et des ponts-et-chaussées.

Mines d'anthracite de Lay

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant concession à* M. Augustin Desvernay *de mines d'anthracite situées dans la commune de* Saint-Symphorien de Lay (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Lay*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir du point G, angle nord du bâtiment des quatre buissons, une ligne tirée au point N, angle est du bâtiment dit chez Lebret, puis une autre ligne tirée de ce dernier point au point M, lieu dit Recorbet;

A l'est, une ligne menée du dernier point ci-dessus au point S, angle sud-est du domaine de Marvallin, ladite ligne formant la limite occidentale de la concession du désert;

Au sud, une ligne menée du point S au point B, jonc-

tion du chemin du domaine Lafayette à Saint-Symphorien, avec la route royale de Paris à Lyon, mais arrêtée au point D où elle est rencontrée par le chemin de Lay à ladite route;

A l'ouest, ce dernier chemin depuis le point D jusqu'au point E où il rencontre les chemins de Saint-Symphorien et de Charbonnière à Lay; puis une ligne menée du point E au point F, rencontre des deux chemins qui de Dertoray et des quatre buissons tendent à Lay; enfin le chemin des quatre buissons à Lay, depuis le point F jusqu'au point G, point de départ;

Ledit chemin DE, ladite ligne EF et ledit chemin FG formant les limites orientales de la concession de Charbonnière;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés soixante hectares.

Art. 4. (*Comme l'art.* 4 *de l'ordonnance relative à la concession de Charbonnière*).

Cahier des charges de la concession des mines d'anthracite de Lay.

(Extrait.)

Art. 10. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous la ville de Lay, ou même s'en approcher à une distance moindre de 50 mètres, ces travaux ne pourront être exécutés, etc. (*La suite comme à l'article* 10 *du cahier des charges de la concession de Charbonnière.*)

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant concession à* M. Jules Berchoux *de mines d'anthracite situées dans les communes de* Fourneaux *et de* Saint-Symphorien de Lay (Loire). Mines d'anthracite du Désert

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Désert*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord-ouest et au nord, à partir du hameau de Re-

corbet, point M du plan, une ligne tirée au point Y, intersection du chemin venant du hameau de Fay, avec la limite de la commune d'Amplepuis; ensuite ladite limite depuis le point Y jusqu'au point Z où elle est coupée par le chemin venant des Trèves;

Au sud-est, une ligne menée du point Z au point U, rencontre de deux chemins qui, du château de Sarron et du lieu dit les Coines, tendent à Monteizerand; puis une autre ligne menée du point U au point T, rencontre de deux chemins au nord du domaine de Vaurion;

Au sud, une ligne menée du point T au point S, angle sud est du domaine de Marvallin;

A l'ouest, une ligne menée du point S au point M, point de départ : ladite ligne SM formant la limite orientale de la concession de Lay.

Ces limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés soixante-sept hectares.

Art. 4. (*Comme l'article 4 de l'ordonnance ci-dessus, relative à la concession de Charbonnière.*)

Mines de lignite de Soblay.

Ordonnance du 26 *mars* 1848 *portant concession à* MM. Baillivy (Claude-François), Bernoud *et* Clapisson, *de mines de lignite situées dans la commune du* Mont (Ain).

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Soblay*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, une ligne droite allant du point n° 1 du plan, angle nord de la maison du sieur Anthelme Gagnard sise au village de Confranchette, au point n° 2 qui se trouve sur le chemin de la Croix des Moulins en Coulis, à son embranchement avec un autre chemin se dirigeant vers le nord;

Au nord, par une ligne droite allant du dit point n° 2 au point n° 3 situé sur le chemin de Soblay, à son embranchement avec un autre chemin qui se dirige vers le nord-ouest, et par une autre ligne droite allant dudit point n° 3 au point n° 4, angle est de la maison du sieur Jean Gallet sise au village de Soblay;

A l'est par une ligne droite allant dudit point n° 4 au

point n° 5 situé sur le chemin de Desserte du Corbier, à 750 mètres environ du village de Confranchette;

Au sud, enfin par ledit chemin de Desserte du Corbier, à partir dudit point n° 5 jusqu'à l'angle nord de la maison du sieur Anthelme Gagnard, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinquante hectares.

Cahier des charges de la concession des mines de lignite de Soblay.

(Extrait.)

Art. 2. L'exploitation commencera par la partie située entre le chemin de Saint-Martin à Soblay et les puits à eau de ce village. Elle ne devra pas s'approcher de plus de dix mètres de ces puits, sauf les exceptions qui pourront être autorisées conformément à l'art. 9 ci-après.

Art. 9. Les concessionnaires ne pourront approcher leurs travaux à une distance moindre de dix mètres des puits à eau du village de Soblay, sans une autorisation expresse donnée par le préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines, et après que les propriétaires de ces puits auront été entendus.

L'autorisation sera refusée, s'il est reconnu que, malgré toutes les précautions, les travaux soient de nature à compromettre la conservation de ces puits.

Dans le cas où les travaux d'exploitation viendraient à assécher lesdits puits, les concessionnaires seront tenus de les approfondir jusqu'à la rencontre de nouvelles eaux ou de foncer de nouveaux puits pour les remplacer.

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant concession au sieur* Charles-Pierre Collard, *de mines de cuivre, plomb, argent et autres métaux, situées dans la commune de* Giromagny, le Puix, Auxelles-haut et Auxelles-bas (Haut-Rhin).

Mines de cuivre, plomb, argent et autres métaux de Giromagny.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *conces-*

sion de Giromagny, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, une ligne droite dirigée du point tribanal des communes de Séeven, Riervescemont et le Puix, vers le point tribanal des communes de Plancher-haut, Belfays et Servance, jusqu'à son intersection avec la limite des deux départements du Haut-Rhin et de la Haute-Saône ;

A l'est, 1° une ligne droite joignant le premier point désigné ci-dessus avec la borne qui délimite les territoires de Vescemont, Giromagny et le Puix; 2° la ligne qui réunit ce dernier point au clocher de Giromagny ;

Au sud, 1° la ligne droite menée entre le clocher de Giromagny et celui d'Auxelles-bas ; 2° la ligne de jonction entre les clochers d'Auxelles-bas et Plancher-bas, jusqu'à sa rencontre avec le territoire de la Haute-Saône à 1850 mètres environ à l'ouest du village ;

A l'ouest, la ligne brisée qui, à partir du dernier point désigné, forme la limite des départements du Haut-Rhin et de la Haute-Saône, jusqu'à son intersection avec la limite septentrionale de la concession ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 29 kilomètres carrés, seize hectares.

Art. 7. Le concessionnaire payera à l'État, entre les mains du receveur de l'arrondissement de Belfort, les redevances fixes et proportionnelles établies par la loi du 21 avril 1810, conformément à ce qui est déterminé par le décret du 6 mai 1811.

Toutefois il est fait remise de la redevance proportionnelle pendant quinze années, à partir du jour de la présente ordonnance.

Mines d'antimoine du bois de Saint-Sauves.

Ordonnance du 26 mars 1843, portant concession à M. Joseph Engelvin-Derosiers, *de mines d'antimoine sulfuré situées dans les communes de* Saint-Sauves *et de* Murat-le-quaire (*Puy-de-Dôme*).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du bois de Saint-Sauves*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, une ligne menée de l'angle sud de la maison le plus au nord du village la Collonge au point de rencontre A des deux chemins qui de Saint-Sauves et de Murat conduisent aux Escures;

Au nord-est, une ligne menée du point A à l'angle nord de la maison dite des Bains, à la Bourboule-Basse;

Au sud, une ligne menée du dernier point ci-dessus, à Liournat, angle est du bâtiment n° 788 qui appartient au sieur Miallet (Pierre) neveu;

Au sud-ouest, une ligne menée du dernier point ci-dessus, à Châteauneuf, angle nord-est de la grange n° 122 qui appartient au sieur Jaubert (François);

Au nord-ouest, une ligne menée du dernier point ci-dessus, à l'angle sud de la maison le plus au nord du village la Collonge, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, quarante-un hectares.

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant que l'étendue superficielle de la concession des mines de houille de* La Chapelle (Var), *comprise dans les limites définies en l'article* 2 *de l'ordonnance du* 10 *septembre* 1841, *est et demeure fixée à un kilomètre carré, trente-trois hectares.* Mines de houille de la Chapelle.

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant que le sieur* Champenois *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer des* Bourguignons, *située sur le ruisseau de la* Talvane, *commune de* Cessy-les-Bois, *arrondissement de* Cosne (Nièvre). Usine à fer des Bourguignons.

Cette usine sera composée d'un petit feu de forge, d'une soufflerie, d'un marteau et accessoires nécessaires à la fabrication du petit fer.

Ordonnance du 26 *mars* 1843, *portant que le sieur* Rolland-d'Arbousses *est autorisé à maintenir en* Usine à fer du Mez.

activité l'usine à fer de Mez, *située sur la* Nièvre, *commune de* Dompierre-sur-Nièvre (Nièvre).

Cette usine restera composée :
1° D'un feu de mazerie ;
2° De deux feux de petite forge, des marteaux, soufflerie, et accessoires nécessaires à la fabrication du petit fer ;
3° D'un bocard à scories.

Moulin et patouillet, à Villey.

Ordonnance du 26 mars 1843, portant que le sieur Monnier-Jobez *est autorisé à maintenir en activité le moulin qu'il possède sur la* Brêne, *dans la commune de* Villey (Jura), *et à remettre en activité son patouillet pour le lavage du minerai de fer, situé près de ce moulin, et qui est mis en mouvement par le même cours d'eau.*

Lavoir à cheval, à Broye-les-Loups.

Ordonnance du 26 mars 1843, portant que le sieur Harpin *est autorisé à remplacer par un lavoir à cheval destiné à la préparation des minerais de fer, quatre des six lavoirs à bras permissionnés par l'ordonnance royale du 22 novembre 1826, sur le territoire de la commune de* Broye-les-Loups, *au lieu dit le* Pré-Prieur (Haute-Saône).

Saline de Gouhenans.

Ordonnance du 28 mars 1843, portant que les sieurs Parmentier, Grillet *et* Cie. *sont autorisés à mettre en activité et à agrandir la saline qu'ils possèdent à* Gouhenans, *arrondissement de* Lure (Haute-Saône), *ladite saline renfermant trente-sept poëles qui présentent ensemble une surface d'évaporation de 2211 mètres carrés, 44 décimètres carrés.*

(Extrait.)

Art. 2. Les permissionnaires ne pourront employer dans

cet établissement que des eaux salées ou du sel gemme, exploités en vertu d'une concession ou d'une autorisation légalement accordée.

Art. 3. Dans le cas où les permissionnaires modifieraient les dispositions intérieures de leur usine, ils seront tenus de lui conserver une consistance suffisante pour une fabrication annuelle de 500,000 kilogrammes de sel, au moins, destinés à être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt; à défaut de quoi, il leur sera fait application des dispositions de l'article 8 de la loi du 17 juin 1840.

Art. 4. Les permissionnaires mettront leur usine en activité dans le délai d'un mois, à dater du jour où la présente ordonnance leur aura été notifiée, et ils pourront la laisser chômer sans cause reconnue légitime par l'administration.

Dans le cas où ils voudraient cesser de fabriquer, ils seront tenus d'en faire la déclaration, un mois à l'avance, au moins, conformément à l'article 6 de la loi précitée.

La fabrication ne pourra être reprise qu'après un nouvel accomplissement des obligations mentionnées en l'article 5 de ladite loi.

Art. 8. La présente permission pourra être révoquée pour cause d'inexécution des conditions ci-dessus prescrites.

La révocation sera prononcée par arrêté de notre ministre des travaux publics. Cet arrêté sera exécutoire par provision, nonobstant tout recours de droit.

Ordonnance du 2 *avril* 1843, *portant que* M. le duc DE LORGE *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de la* FÉRANDERIE *située sur la rivière de* NIÈVRE, *dans la commune de* CHAMPLÉMY (Nièvre).

Usine à fer de la Féranderie.

Cette usine restera composée d'un haut-fourneau, d'un bocard à laitiers et de deux lavoirs à bras pour le lavage du minerai de fer.

Mines de houille du Bousquet de Roquebrune.

Ordonnance du 10 avril 1843, portant extension de la concession des mines de houille du BOUSQUET DE ROQUEBRUNE (Hérault).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est accordé aux sieurs Aaron Hauser, Pierre Hauser-Javal et Léopold Javal-Lan, propriétaires des mines de houille du Bousquet de Roquebrune (Hérault), dont la concession a été confirmée par le décret impérial du 8 mai 1806, une extension de concession sur les territoires des deux communes de Neffiès et de Roujan, même département, laquelle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au nord, par une ligne droite allant du clocher de Neffiès au confluent du ruisseau du Mas-Rolland avec la rivière de Peyne, ligne formant la limite sud de la concession des mines du Bousquet de Roquebrune ;

A l'ouest et au *sud-ouest*, à partir dudit confluent, par la rivière de Peyne, en la descendant jusqu'au point où elle est traversée par le chemin de Neffiès à Gabian ;

Au sud-est, à partir du dernier point par une ligne droite allant au clocher de Neffiès, point de départ.

Art. 2. Les terrains composant ladite extension de concession, sont et demeureront réunis à ceux qui font partie de l'ancienne concession du Bousquet de Roquebrune et formeront avec eux une concession unique qui est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord-ouest, par une ligne droite allant du Vailhan à Lauriol ;

A l'est, par une ligne droite menée de Lauriol sur le clocher de Neffiès ;

Au sud est, par une ligne droite allant dudit clocher de Neffiès au point où la rivière de Peyne est traversée par le chemin de Neffiès à Gabian ;

Au sud-ouest et à *l'ouest*, à partir de ce dernier point, par la rivière de Peyne en la remontant jusqu'à Vailhan, point de départ ;

Lesdites limites embrassant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, soixante-six hectares.

Ordonnance du 10 *avril* 1843, *portant rectification de l'article* 2 *de l'ordonnance du* 5 *décembre* 1840, *qui a institué la concession des mines d'antimoine sulfuré de* Rouve *et de* Solpéran (*Lozère*).

Mines d'antimoine sulfuré de Rouve et de Solpéran.

(Extrait.)

Art. 1er. Les limites de la concession de Rouve et de Solpéran seront et demeureront définies ainsi qu'il suit :

A l'ouest, à partir du point A du plan, intersection d'un chemin marqué A″A sur ce plan, avec la limite des territoires des deux communes de Saint-Maurice de Ventalon et de Saint-Privat de Vallongue, par une ligne droite tirée au point B où le chemin de Vieljeuf à Rouve est coupé par le ravin de Vieljeuf; de ce point en descendant le ravin de Vieljeuf et le ravin de Villejouve jusqu'à la rivière de Mimente au point C ;

Au sud, par la rivière de Mimente, en la remontant jusqu'au confluent des deux Mimente, point D ; de ce point par une ligne droite située à l'angle nord de la Vergnasse, point E, et par une autre ligne droite tirée au col du Trescol des Abels, point F ;

A l'est, du Trescol des Abels, en suivant le chemin de Rouve jusqu'à la Draye qui sert de limite aux communes de Saint-André et de Saint-Privat ; suivant ladite Draye jusqu'au point d'intersection de plusieurs chemins, entre autres du chemin du Rouve, point G ; de là, par une ligne droite allant au point d'intersection du chemin des Canarilles avec la limite des deux communes de Saint-Privat et de Saint-Maurice, point H ;

Au nord, par ladite limite des communes de Saint-Privat et de Saint-Maurice jusqu'à l'intersection de cette limite avec le chemin A″A au point A du plan, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de douze kilomètres carrés, vingt-six hectares.

Ordonnance du 10 *avril* 1843, *portant que le sieur* Dufaud *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer, dite* la Grosse forge de la Vernière, *située*

Usine à fer de la Vernière.

sur l'étang de la Vernière, commune de Chasnay (Nièvre).

Cette usine demeurera composée de deux feux de grosse forge, et renfermera, en outre, les machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer.

Usine à fer de Guichy.

Ordonnance du 10 *avril* 1843, *portant que* MM. de Gasville *et* de Croismare, *et* Mme *veuve* de Berthier-Bizy, *née* de Gasville, *sont autorisés à maintenir en activité leur usine à fer de* Guichy, *située sur l'étang de Guichy, dans la commune de* Nannay (Nièvre).

La consistance de cette usine est et demeure composée :

1° D'un haut-fourneau pour le traitement du minerai de fer, avec le charbon de bois ;

2° De deux lavoirs à bras pour la préparation des minerais de fer.

(Extrait.

Art. 2. En ce qui concerne la machine à vapeur destinée, dans certains cas, à suppléer au cours d'eau, les permissionnaires se conformeront aux ordonnances et règlements existants ou à intervenir sur la matière.

Usine à fer de Mouchy.

Ordonnance du 10 *avril* 1843, *portant que M. le* marquis de Vergennes *est autorisé à maintenir l'usine à fer de* Mouchy, *située sur le ruisseau de* la Vache, *dans les communes de* Varennes-les-Narcy *et de* Raveau, *arrondissement de* Cosne (Nièvre).

Cette usine restera composée :

1° D'un feu de mazerie ;

2° D'un feu de petite forge.

Elle renfermera, en outre, les machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer et de l'acier.

Ordonnance du 12 avril 1843, portant que les sieurs GRASSET frères (Auguste et Edouard) *et* VIVIER (Louis) *sont autorisés à maintenir en activité les trois usines à fer de* LA DOUÉE, *situées sur le ruisseau de la fontaine de la Douée, commune de* SAINT-AUBIN (Nièvre).

Usine à fer de la Douée.

Indépendamment des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer et de l'acier, la consistance desdites usines demeure fixée ainsi qu'il suit :

Les usines dites première forge et troisième forge, chacune un feu de petite forge et un feu de mazerie ;

L'usine dite quatrième forge, deux feux de petite forge et un feu de mazerie.

Ordonnance du 12 avril 1843, portant que M. le comte et Mme la comtesse D'OSMOND *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer de* CHAMPDOUX, *commune de* SAINTE-COLOMBE-DES-BOIS (Nièvre).

Usine à fer de Champdoux.

Cette usine restera composée :

D'un haut-fourneau, d'une soufflerie, d'un lavoir à bras et d'un bocard à laitiers.

Ordonnance du 12 avril 1843, portant que le sieur JEANNIOT aîné *est autorisé à établir un patouillet pour la préparation du minerai de fer, en remplacement de quatre lavoirs à bras autorisés par ordonnance royale du 13 avril 1828, et situés dans sa propriété sur la rivière de* VINGEANNE, *près du moulin qui lui appartient, dans la commune de* PERCEY-LE-GRAND (Haute-Saône).

Patouillet, à Percey-le-Grand.

(Extrait.)

Art. 5. Le sieur Jeanniot fera enlever, à ses frais, toutes les terres provenant du curage des anciens bassins d'épuration, et déposées sur la berge droite de la rivière.

Patouillet, à Margut

Ordonnance du 12 avril 1843, portant que le sieur SEILLIÈRE *est autorisé à reconstruire un patouillet pour la préparation du minerai de fer, sur le ruisseau de la* CARITE *dans la commune de* MARGUT (Ardennes).

Haut-fourneau, à Trois-Fontaines.

Ordonnance du 12 avril 1843, portant rectification d'une erreur commise en ce qui concerne l'indication de la hauteur du déversoir, dans l'ordonnance du 29 novembre 1840, qui a autorisé le sieur ROUSSEL *à établir un fourneau dans la commune de* TROIS-FONTAINES (Marne).

Usine à fer, à Renaucourt.

Ordonnance du 14 avril 1843 portant que la dame veuve DORNIER *est autorisée à conserver et tenir en activité l'usine à fer qu'elle possède dans la commune de* RENAUCOURT, *arrondissement de* GRAY (Haute-Saône).

La consistance de ladite usine est et demeure composée comme il suit :

1° Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, situé sur la rivière de la Gourgeonne ;

2° Un patouillet à deux huches placé sur le ruisseau de l'étang et appelé le Patouillet du haut ou de la Tuilerie ;

3° Un second patouillet, aussi à deux huches, situé en aval du premier et désigné sous le nom de Patouillet du bas.

(Extrait.)

Art. 7. La dame Dornier fera reconstruire et entretenir en bon état le cassis dans lequel les eaux de l'étang traversent le chemin de Renaucourt au bois communal, à l'issue du déversoir. Ce cassis sera pavé et occupera toute la largeur du chemin, sur 4 mètres de longueur.

Art. 8. Elle fera fermer les deux brèches laissées après la destruction de son ancien moulin, dans la berge gauche de la Gourgeonne, et par lesquelles les eaux se répandent à l'époque des crues, dans la prairie de Mont-Saint-Léger.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *portant que la redevance proportionnelle à payer par les propriétaires de la mine de houille de* Littry (Calvados), *pour les exercices* 1842, 1843 *et* 1844, *est réglée, sous forme d'abonnement, à* 7,000 *francs en principal pour chacune de ces trois années.* Mines de houille de Littry.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *portant que la redevance proportionnelle de la concession houillère* d'Anzin (Nord) *est réglée, sous forme d'abonnement, pour les exercices* 1842, 1843, 1844 *et* 1845, *à raison de* 37,500 *francs en principal par année.* Mines de houille d'Anzin.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *portant que la redevance proportionnelle de la concession houillère de* Douchy (Nord) *est réglée, sous forme d'abonnement, pour les exercices* 1841, 1842 *et* 1843, *à raison de* 18, 000 *francs en principal, par année.* Mines de houille de Douchy.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *portant que la redevance proportionnelle de la concession houillère de* Fresnes (Nord) *est réglée, sous forme d'abonnement, pour les exercices* 1842, 1843, 1844 *ot* 1845, *à raison de* 5,000 *francs en principal par année.* Mines de houille de Fresnes.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *portant que la redevance proportionnelle de la concession houillère de* Raismes (Nord) *est réglée, sous forme d'abonnement, pour les exercices* 1842, 1843, 1844 *et* 1845, *à raison de* 16,000 *francs en principal par année.* Mines de houille de Raismes.

Ordonnance du 16 *avril* 1843, *partant que la redevance proportionnelle de la concession houillère* Mines de houille de Vieux-Condé.

de VIEUX-CONDÉ (Nord) *est réglée, sous forme d'abonnement, pour les exercices* 1842, 1843, 1844, *et* 1845, *à raison de* 6,500 *francs en principal par année.*

Mines de houille des Verchères-Feloin.

Décision du ministre des travaux publics, du 21 *avril* 1843, *relative à l'exploitation des mines des* VERCHÈRES-FELOIN, *sous le territoire de* RIVE-DE-GIER (Loire).

Art. 1er. Les concessionnaires des mines de houille des Verchères-Feloin sont autorisés, conformément à leur demande, à exploiter lesdites mines dans toute l'étendue de leur concession, sous les restrictions, clauses et obligations qui sont spécifiées ci-après :

Art. 2. Jusqu'à ce qu'il en soit autrement ordonné, il leur est interdit d'opérer aucune extraction dans le voisinage de l'église de Rive-de-Gier, à une distance moindre de 100 mètres de ladite église.

Art. 3. Les chantiers d'exploitation déjà ouverts et ceux qui seront ouverts en vertu de la présente autorisation dans la distance de 120 mètres, mesurés horizontalement à partir de l'axe du Gier, limite sud de la concession des Verchères-Feloin, seront remblayés complétement de manière à n'y réserver d'espaces vides que ceux qui seront occupés par les galeries de service.

Art. 4. Avant de commencer leurs travaux, les concessionnaires remettront au préfet, pour chacune des couches de houille qu'ils se proposent d'exploiter, un plan présentant l'ensemble des travaux déjà exécutés, la disposition de ceux qu'ils ont l'intention d'entreprendre et le tracé des constructions, routes et autres établissements existant à la surface.

Ce plan sera dressé à l'échelle d'un millième.

Les concessionnaires y joindront un mémoire détaillé indiquant :

1° La disposition de l'aréage,

2° Le mode d'exécution des remblais,

3° La situation des chantiers où les matériaux de remblai seront puisés.

Art. 5. Sur le vu des pièces mentionnées en l'article

précédent, le préfet, après avoir consulté l'ingénieur en chef des mines, arrêtera définitivement le plan des travaux à exécuter.

Art. 6. Les plans produits en exécution de l'article 4 ci-dessus, seront déposés au bureau de l'ingénieur des mines du sous-arrondissement de Rive-de-Gier, et devront être complétés chaque mois par les concessionnaires, ou à leurs frais, à la diligence dudit ingénieur.

Art. 7. Les droits dérivant de l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, pour les propriétaires des maisons et lieux d'habitation existant à la surface de la concession des Verchères-Feloin, sont formellement réservés.

En conséquence, l'exploitation ne sera entreprise au-dessous des maisons et lieux d'habitation qu'avec le consentement des propriétaires, ou après que les concessionnaires auront donné la caution exigée par ledit article.

En cas d'infraction à cette disposition, l'exploitation pourra être interdite par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef, les concessionnaires ayant été entendus.

Art. 8. Faute par les concessionnaires de se conformer aux dispositions ci-dessus prescrites, leur exploitation pourra être interdite en totalité par le préfet, selon ce qui est spécifié en l'article précédent, et sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre eux en conformité du titre X de la loi précitée du 21 avril 1810.

Le préfet ordonnera en outre, dans les formes déterminées par l'article 50 de la même loi, l'exécution des travaux qui seront jugés nécessaires dans l'intérêt de la sûreté publique et de la conservation des habitations de la surface.

Art. 9. La présente décision sera notifiée aux opposants et affichée aux frais des concessionnaires dans la commune de Rive-de-Gier.

Le ministre des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Ordonnance du 22 *mai* 1843, *portant que les ayants droits du sieur* Alexandre DE SAUX, *sont autorisés à établir un second haut-fourneau dans l'usine de* BAZOILLES (Vosges), *et à transformer les deux*

Usine à fer de Bazoilles.

feux d'affinerie de cette usine en deux chaufferies à la houille.

La consistance de ladite usine demeure en quence fixée ainsi qu'il suit :

1° Deux hauts-fourneaux ;

2° Deux chaufferies à la houille ;

3° Un feu de martinet ;

4° Un bocard ;

5° Les appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer ;

6° Les machines soufflantes qu'exigera le roulement de l'usine.

Machines à vapeur.

Ordonnance du 22 *mai* 1843, *relative aux machines et chaudières à vapeur autres que celles qui sont placées sur des bateaux.*

Bateaux à vapeur,

Ordonnance du 23 *mai* 1843, *relative aux bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves et rivières.*

N. B. Ces deux ordonnances seront insérées dans la 6e livraison de 1843, avec les instructions qui s'y rapportent.

Usine à fer de Charbonnière.

Ordonnance du 23 *mai* 1843, *portant que* M. le comte et Mme la comtesse D'OSMOND, *sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer de* CHARBONNIÈRE, *située sur le ruisseau de* FAYE, *commune de* SAUVIGNY-LES-BOIS, *arrondissement de Nevers* (Nièvre).

Cette usine sera composée :

1° D'un haut-fourneau au charbon de bois ;

2° De deux feux d'affinerie.

(Extrait.)

Art. 3. Les permissionnaires se conformeront en ce qui concerne la machine à vapeur destinée à suppléer à l'insuffisance du cours d'eau, aux ordonnances et règlements intervenus ou à intervenir sur cette matière.

Ordonnance du 23 *mai* 1843, *portant que celle du* 20 *juillet* 1841 *qui a autorisé le sieur* Agard fils aîné, *à construire une usine à fer en remplacement du* Moulin-blanc, *situé dans la commune de* Nontron, (Dordogne), *est rapportée ; que le sieur Agard demeure, en conséquence, affranchi du payement de la taxe fixe de* 300 *francs qui lui était imposée par l'art.* 6 *de ladite ordonnance.*

Usine à fer, à Nontron.

Rapport au roi sur la création d'une caisse de secours en faveur des ouvriers mineurs de Rancié (Ariége).

Sire,

Je viens soumettre à Votre Majesté un projet de règlement ayant pour but l'établissement, aux mines de Rancié, d'une caisse de secours en faveur des ouvriers.

Ces caisses de prévoyance, si utiles à la classe ouvrière, le sont surtout pour le mineur, exposé par la nature de ses travaux à des dangers journaliers, et qui ne saurait que bien difficilement, par ses seules économies, s'assurer des ressources contre les accidents qui peuvent le frapper.

L'administration a souvent été préoccupée de l'influence qu'auraient pour le sort de l'ouvrier, pour son bien-être et son avenir, ces sortes d'établissements sur les exploitations.

Un décret de l'empereur, du 26 mai 1813, avait prescrit dans le département de l'Ourthe la formation d'une caisse de secours pour les mineurs de ce bassin.

Une institution semblable fut créée dans le département de la Loire, par ordonnance royale du 25 juin 1817.

Les avantages qu'on s'en était promis n'out point été obtenus.

On ne peut ici agir par la contrainte. Il faut un libre consentement des propriétaires des mines et des ouvriers. Cette réunion de toutes les volontés rencontre souvent des obstacles. Des résistances individuelles entravent ce qui serait dans l'intérêt bien entendu de tous.

On a été plus heureux en Belgique. Les exploitants,

dans les cinq subdivisions du territoire houiller de ce pays, se sont concertés pour organiser des caisses de secours et de pensions ; ils ont dressé des statuts que le gouvernement a approuvés, et une association s'est ainsi établie entre les divers concessionnaires et les ouvriers.

La Belgique se trouvait à cet égard dans des conditions plus favorables. En France, les exploitations sont en général plus disséminées. Sauf quelques exceptions, les ouvriers mineurs ne présentent pas, comme chez nos voisins, une population agglomérée sur certains points, vouée exclusivement de père en fils aux travaux des mines, ayant des habitudes de fraternité d'où résulte un lien moral puissant. Le peu d'importance de beaucoup d'entreprises, la distance qui les sépare, opposent des obstacles réels.

Toutefois, il est juste de dire que plusieurs de nos mines offrent des exemples de caisses de secours qui ont été établies avec succès. Il faut espérer qu'avec le temps une louable sollicitude de la part des propriétaires de mines, une sage prévoyance de la part des ouvriers, propageront ces institutions si utiles. L'administration ne négligera rien pour concourir à ce résultat.

Un des grands établissements du royaume (les mines de fer de Rancié) se trouve dans des circonstances où ces améliorations peuvent être dès ce moment réalisées.

Les mines de Rancié sont placées sous un régime exceptionnel résultant d'antiques coutumes qui ont été légalement consacrées.

La vallée de Vicdessos, où elles sont situées, faisait jadis partie du comté de Foix, qui forma, pendant plusieurs siècles, un Etat indépendant.

Les huit communes de cette vallée obtinrent, par diverses chartes, le privilége d'extraire et de vendre le minerai à leur profit, et ce privilége fut confirmé quand le comté de Foix passa avec la Navarre au royaume de France.

Anciennement elles l'exerçaient sous l'administration de leurs consuls.

Plus tard différents règlements furent faits pour en déterminer l'usage.

Enfin, le 31 mai 1833, une ordonnance royale a déclaré ces communes concessionnaires, et un règlement

annexé à cette ordonnance a fixé tout ce qui se rapporte à l'exploitation, en maintenant d'ailleurs les anciennes coutumes.

Les mineurs sont exclusivement choisis parmi les habitants de la vallée. Chacun d'eux extrait chaque jour la quantité de minerai qui est fixée par des jurats, et le mineur se paye lui-même par la vente qu'il en fait aux acheteurs qui viennent le chercher sur le carreau de la mine.

En même temps l'administration a été investie de la direction immédiate de cette exploitation, qui occupe quatre cents ouvriers, et alimente les nombreuses forges du midi de la France.

Exerçant la surveillance qui était attribuée aux anciens consuls, lorsqu'ils gouvernaient la corporation, c'est elle qui détermine, d'après les besoins de l'industrie, les quantités de minerai à extraire, en arrête le prix, fixe le nombre des ouvriers sur les listes qui lui sont présentées, ordonne les grands travaux d'art, prend les mesures nécessaires pour l'aménagement des gîtes et l'intérêt des ouvriers.

Il est pourvu aux diverses dépenses au moyen d'un prélèvement de cinq centimes par charge de minerai, qui a été établi par décret du 24 germinal an II, et qui forme le fonds spécial des mines de Rancié.

Ce fond sert aussi à donner quelques secours aux mineurs blessés. Mais sa destination principale est de pourvoir aux frais de l'exploitation. Lorsque les infirmités, la vieillesse ou des maladies arrivent, le mineur n'a plus de soutien, et ceux que la mort a atteints laissent leurs veuves, leurs enfants dans la misère.

Les ingénieurs des mines et le préfet du département ont proposé d'organiser une caisse de secours qui viendrait en aide à ces ouvriers et à leurs familles. Ce sera un utile complément des dispositions consacrées par le règlement de 1833.

Le projet qu'ils ont présenté et qui a été examiné en conseil général des mines me paraît offrir tous les avantages désirables.

Il consisterait à régulariser un usage qui existe déjà de temps immémorial aux mines de Rancié. Il est passé dans les habitudes que lorsqu'un accident a lieu, plusieurs mineurs extraient, en sus de leur travail journa-

lier, des voltes de minerai dites *de charité*, qui sont vendues au profit des familles dans l'indigence. On consacrerait, on étendrait un usage qui fait honneur à ces pauvres ouvriers.

Chaque mineur admis à l'exploitation serait tenu d'extraire dans le courant de chaque mois, en dehors des quantités de minerai habituelles, deux voltes supplémentaires dont le produit formerait la caisse de secours pour les ouvriers malades ou infirmes, et pour les veuves et les enfants de ceux qui seraient décédés.

On évalue à 4,620 fr. par an le total de ces cotisations, ce qui représenterait pour chaque ouvrier un apport de 1 fr. 10 c. seulement par mois.

Une commission de répartition, composée de l'un des jurats et de mineurs pris parmi les communes concessionnaires, donnerait son avis sur les demandes de secours, sur la quotité des sommes à allouer.

Le préfet statuerait après avoir entendu les ingénieurs.

Le secrétaire des jurats serait dépositaire des fonds, et au commencement de chaque mois, il ferait la distribution des secours accordés.

Lorsqu'il y aurait un excédant de recette, on le verserait à la caisse d'épargne du département, pour former un fonds de réserve en cas de besoin.

L'organisation de cette caisse se trouverait ainsi en harmonie avec les autres parties du régime de Rancié, lequel constitue une sorte de communauté sous la surveillance de l'administration. La commission de répartition étant composée d'individus pris parmi les mineurs, ce sont les ouvriers eux-mêmes qui, par leurs délégués, présideront à la distribution des secours. Enfin le mode de contribution proposé n'exigeant de chaque mineur qu'une simple prestation en nature qui n'augmentera que de bien peu son travail, n'imposera à chacun qu'une charge presque insensible, et déjà, en quelque sorte, sanctionnée par l'usage.

Si quelques-uns refusent d'entrer dans l'association, ils en auront la faculté. Mais par cela même il y aura lieu de les considérer comme ayant renoncé à faire partie de la corporation de Rancié. Aucun mineur, d'après le règlement de 1833, ne peut être admis à l'exploitation qu'en se soumettant à diverses obligations. Il est notamment tenu de faire tous les travaux extraordinaires qui lui sont indiqués.

Il y a, chaque année, pour travailler dans ces mines, beaucoup plus de demandes qu'on n'en peut accueillir. Il sera naturel et juste que l'on donne la préférence à ceux qui consentiront à remplir les conditions qui sont établies pour l'avantage de tous. L'administration a certainement le droit d'adopter ces mesures. On ne fera ici que ce qu'on a fait en plusieurs autres circonstances, lorsque par exemple, on a prescrit, dans l'arrêté du 24 germinal an II, le prélèvement sur la vente du minerai, d'une somme de 5 centimes par volte pour les dépenses des travaux.

Du reste, le projet a rencontré a Rancié un assentiment unanime. Pendant trois mois consécutifs, les ingénieurs ont parcouru les chantiers, ont engagé les ouvriers à faire connaître leurs objections, s'ils en avaient à présenter : aucune réclamation ne s'est élevée ; tous ont manifesté les dispositions les plus favorables.

De son côté, l'assemblée des maires de la vallée, qui représente les huit communes concessionnaires, s'est prononcée unanimement pour l'établissement de cette caisse.

La sanction de Votre Majesté assurera à cette utile institution la consistance et la durée nécessaire pour qu'elle puisse produire tout le bien qu'il est permis d'en attendre.

Naguère, Sire, le nom d'Orléans a été donné à l'une des grandes galeries des mines de Rancié. En associant ainsi à des travaux si utiles pour l'État le souvenir d'un prince cruellement enlevé aux sympathies de la France, j'étais bien certain que ce sentiment serait compris et partagé par une population laborieuse qui, de même que toutes les classes ouvrières, ne pouvait manquer de lui inspirer un vif intérêt. Votre Majesté, en accordant aujourd'hui son approbation aux dispositions que j'ai l'honneur de lui proposer pour assurer des secours aux mineurs de Rancié, leur donnera une marque de sollicitude qui doit exciter leur reconnaissance.

Je suis, avec le plus profond respect,

Sire,

De Votre Majesté,

Le très-humble et très-fidèle serviteur.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Mines de fer de Rancié.

Ordonnance du roi du 25 *mai* 1843, *portant création d'une caisse de secours en faveur des ouvriers mineurs de* Rancié.

Louis-Philippe, etc.

A tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Vu les propositions faites par les ingénieurs des mines et le préfet du département de l'Ariége pour l'établissement, aux mines de Rancié, d'une caisse de secours en faveur des ouvriers mineurs;

L'avis du conseil général des mines, du 18 novembre 1842;

La délibération, du 15 janvier 1843, de l'assemblée des maires des communes de Vicdessos, Sem, Goulier-et-Olbier, Auzat, Saleix, Orus, Suc-et-Sentenac et Illier, concessionnaires desdites mines, tendant à l'adoption de ce projet;

Vu nos ordonnances des 31 mai et 25 septembre 1833, portant concession des mines de Rancié, et le règlement général y annexé;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1. A compter de la promulgation de la présente ordonnance, les jurats des mines de Rancié et les ouvriers mineurs admis dans ces mines seront tenus de contribuer à la création et à l'entretien d'un fonds de secours pour les mineurs malades ou infirmes, et pour les veuves et enfants des mineurs décédés.

Art. 2. A cet effet, chaque mineur extraira tous les mois, aux époques fixées par les jurats, deux voltes supplémentaires dont le prix de vente sera versé dans le courant du mois, entre les mains du secrétaire des jurats.

Les jeunes mineurs qui ne portent pas la volte entière, ne seront astreints qu'au payement de la somme provenant de la vente de deux de leurs charges habituelles.

Les ouvriers des galeries de service, inscrits sur la liste des mineurs et payés à la journée, devront extraire deux voltes de minerai, dans les chantiers d'exploitation qui leur seront indiqués par les jurats, pour le prix en être remis au secrétaire des jurats.

Les jurats fourniront leur quote-part en ne faisant pas, sur les voltes supplémentaires, le prélèvement auquel ils

ont droit pour les voltes ordinaires, de telle sorte que le prix de vente desdites voltes supplémentaires sera versé intégralement entre les mains du secrétaire des jurats.

La rentrée de ces deniers sera poursuivie, s'il est nécessaire, comme celle des sommes destinées au traitement des jurats, ainsi qu'il est prescrit par l'art. 55 du règlement général du 31 mai 1833.

Art. 3. Une commission de répartition sera instituée pour la distribution des fonds de secours.

Cette commission se composera de l'un des jurats, qui en sera le président; de deux mineurs de Goulier, choisis parmi les six plus anciens mineurs de ce village; d'un mineur de Sem, choisi parmi les trois plus anciens mineurs de ce village; et d'un mineur d'Olbier, choisi parmi les trois plus anciens mineurs de ce village.

Les membres en seront nommés par le préfet, tous les ans, dans le courant du mois de janvier, sur les propositions de l'ingénieur des mines. Ils pourront être indéfiniment réélus.

Tout membre qui commettrait une faute grave, cessera de faire partie de la commission et sera remplacé immédiatement.

Le secrétaire des jurats sera secrétaire de la commission de répartition, mais il n'y aura point voix délibérative.

Art. 4. La commission de répartition se réunira à Sem, dans le local servant à l'assemblée des jurats, sur l'invitation de l'ingénieur des mines, ou, en son absence, du conducteur principal des travaux.

Le préfet prescrira aussi telles réunions qu'il jugera convenables.

Les réunions auront lieu de préférence les dimanches ou jours de fête.

La commission donnera son avis sous forme de procès-verbal, sur la convenance des secours demandés, sur la quotité des sommes à accorder et sur la durée des secours qu'elle croira utile de proposer.

Art. 5. Toute demande de secours devra être adressée à l'ingénieur des mines, ou, en son absence, au conducteur principal des travaux, lesquels la renverront au secrétaire de la commission de répartition, en fixant le jour de la réunion de cette commission.

L'ingénieur des mines, ou, en son absence, le conduc-

teur principal transmettra au préfet, avec ses observations, le procès-verbal de l'avis de la commission relatif à la demande.

Les bons de secours délivrés par le préfet, seront adressés à l'ingénieur des mines ou au conducteur principal, pour être transmis au secrétaire des jurats.

Art. 6. Au commencement de chaque mois, la distribution des secours accordés sera faite par le secrétaire des jurats, au moyen des sommes qu'il aura touchées dans le courant du mois précédent, conformément aux dispositions de l'art. 2.

Les bons de secours devront être acquittés par les parties prenantes.

Lorsqu'il y aura excédant de la recette mensuelle sur la dépense, le secrétaire des jurats versera cet excédant à la caisse d'épargne établie à Foix, département de l'Ariége; et quand, au contraire, la recette sera moindre, il puisera à la réserve existant à ladite caisse pour couvrir la dépense.

Le secrétaire des jurats devra être muni à cet effet d'une autorisation spéciale du préfet.

Art. 7. Avant le 15 de chaque mois, le secrétaire des jurats remettra à l'ingénieur des mines, pour être transmis au préfet, un état de situation du fonds de secours, présentant, d'une part, le détail des sommes perçues dans le courant du mois précédent, et, de l'autre, le détail des secours distribués; à cet état devront être joints les bons acquittés et un extrait certifié du livret de la caisse d'épargne, constatant les versements ou remboursements opérés dans le mois auquel se rapportera le compte rendu.

Le secrétaire des jurats tiendra un registre spécial, présentant l'état de situation journalier du fonds de secours, à partir de l'époque de sa création.

Des modèles imprimés de ces divers états de comptabilité seront fournis au secrétaire des jurats par les soins de l'administration.

Les frais de ces imprimés, les indemnités allouées au secrétaire des jurats et tous autres frais seront pris sur les fonds de la caisse de secours.

Art. 8. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 29 *mai* 1843, *portant concession au sieur* Antoine-François Aude, *de mines de lignite situées dans les communes de* Fuveau *et de* Belcodène (Bouches-du-Rhône).

Mines de lignite de l'Adrech.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de l'Adrech*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir du point P où une ligne droite dirigée du pont du Jas de Bassas sur Bouteille (ligne limite de la concession de Féry-la-Combe), rencontre le chemin de Belcodène à Fuveau, par cette ligne droite, mais seulement jusqu'au point A′ où elle atteint la limite du territoire de Belcodène;

Au nord-est et à *l'est*, à partir du point A′, par la limite du territoire de Belcodène, jusqu'au point R, angle nord de terrains situés au quartier de l'Adrech ou Collet-Redon, et de là, par la limite *nord-est* des terrains dudit quartier, jusqu'au point S, angle est de ces terrains, limite qui borne aussi la concession de Gréasque et Belcodène;

Au sud-est, à partir dudit point S, par la limite sud-est de terrains situés au dit quartier de l'Adrech ou Collet-Redon, jusqu'au point T, angle sud des terrains de ce quartier, limite qui borne aussi la concession de Gréasque et Belcodène;

A l'ouest et au *nord-ouest*, à partir dudit point T, par la limite sud-ouest de terrains situés audit quartier de l'Adrech ou Collet-Redon, jusqu'au point V, angle ouest des terrains de ce quartier, limite qui borne aussi la concession de Gréasque et Belcodène, et de là, par la limite du territoire de Belcodène jusqu'au point Q où cette limite est coupée par le chemin de Belcodène à Fuveau;

A l'ouest, enfin, à partir dudit point Q, par ledit chemin de Belcodène à Fuveau, jusqu'au point P où ce chemin est coupé par la limite de la concession de Féry-la-Combe, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 38 hectares.

Mines de lignite du Pont du Jas de Bassas.

Ordonnance du 29 mai 1843, portant concession aux sieurs Jean-Etienne Michel, Amédée-Armand et Charles de Grimaldi-Régusse *de mines de lignite situées dans les communes de* Fuveau *et* Gréasque (Bouches-du-Rhône).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Pont du Jas de Bassas*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir du Pont du Jas de Bassas, où la route d'Aix traverse le ruisseau du grand-Vallat, par une ligne droite dirigée sur Bouteille (ligne limite de la concession Féry-la-Combe), mais seulement jusqu'au point où cette ligne rencontre le chemin de Belcodène à Fuveau ;

A l'est, à partir de ce point, par le chemin de Fuveau à Belcodène, jusqu'au point où ce chemin atteint la limite des territoires de Fuveau et de Belcodène ;

Au sud, à partir de ce dernier point, par ladite limite des territoires de Fuveau et de Belcodène, jusqu'au point où elle rencontre la limite du territoire de Gréasque ; à partir dudit point, par la limite dudit territoire de Gréasque et de Fuveau jusqu'au point de rencontre de la limite actuelle de la concession de Gréasque et de Belcodène, sur le territoire de Gréasque ; puis par ladite limite actuelle de la concession de Gréasque et de Belcodène, jusqu'au point où elle rencontre le ruisseau du grand-Vallat ;

A l'ouest, par ledit ruisseau du grand-Vallat, jusqu'au Pont du Jas de Bassas, point de départ ;

Lesdites limites indiquées au plan joint à la présente ordonnance par les lettres E, P, Q, B', C', E', E'', E''', F, G, et embrassant une étendue superficielle de 1 kilomètre carré, 34 hectares.

Art. 3. Il sera statué ultérieurement sur la délimitation des concessions faites par les arrêts du 15 février 1763, au nom du sieur Joseph Vitalis, au quartier des Plaines, commune de Fuveau. L'étendue résultant de cette délimitation sera distraite du périmètre ci-dessus fixé par la concession du pont du Jas de Bassas, et attribuée aux représentants du sieur Joseph Vitalis.

Ordonnance du 29 mai 1843, qui réunit à la concession dite de Féry-Lacombe *(Bouches-du-Rhône), une étendue de 24 hectares 10 centiares, sise au quartier des* Sembles. Mines de lignite du quartier des Sembles.

(Extrait.)

Art. 2. Le propriétaire de la concession de Féry-Lacombe produira, dans le délai de trois mois, à partir de la notification qui lui sera faite de la présente ordonnance, un plan en triple expédition, sur lequel seront tracées les limites de ladite concession, y compris l'addition faite par l'article précédent; ce plan sera vérifié par les ingénieurs et visé par le préfet. Il devra être également revêtu de la signature de notre ministre des travaux publics.

Une des expéditions dudit plan demeurera annexée à la présente ordonnance.

Ordonnance du roi du 1er juin 1843, qui approuve un arrêté de conflit, pris par le préfet de la Loire, dans une contestation relative aux indemnités dues aux propriétaires de la surface par les concessionnaires de la mine de la Péronnière. Mines de houille de la Peronnière.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation;

Vu l'arrêté de conflit du 28 mars 1843, pris par le préfet de la Loire, dans la cause pendante devant le tribunal civil de première instance de Saint-Etienne, entre les sieurs Jean-Pierre Fulchiron, agriculteur à Cailleux, et consorts, propriétaires de la surface dans le périmètre de la mine de houille de la Péronnière, et les sieurs Benoît Pierron, géomètre à Port-Vendres, et consorts, concessionnaires de ladite mine;

Vu l'exploit introductif d'instance, du 16 février 1843, par lequel les sieurs Jean-Pierre Fulchiron et consorts exposent qu'ils sont propriétaires de divers immeubles désignés et confrontés dans le périmètre de la mine de la Péronnière, que jusqu'à présent, les extracteurs, devenus aujourd'hui concessionnaires, ont acquitté dans leurs mains, à raison de l'exploitation de ladite mine, des re-

devances qui, d'après des conventions verbales ou authentiques, étaient fixées pour les uns au dixième, et pour les autres au onzième du produit; mais que, depuis quelque temps, les concessionnaires ont élevé la prétention de réduire ces redevances; à raison de quoi, lesdits sieurs Fulchiron et consorts somment les sieurs Benoît Pierron et consorts, concessionnaires de ladite mine, de déclarer s'ils entendent ou non exécuter les traités existants entre les parties et payer les redevances de la mine de Dessus, la seule en exploitation, sur le pied du onzième et du dixième, faute de quoi, ils assignent lesdits concessionnaires devant le tribunal civil de Saint-Etienne, aux fins d'ouïr dire que les conventions et traités sus-rappelés sont déclarés et reconnus constants et obligatoires, nonobstant toutes prétentions contraires; qu'en conséquence, tant pour le passé que pour l'avenir, les concessionnaires seront condamnés à payer les redevances de propriétaires en nature ou en argent sur le pied du dixième et du onzième du produit avec dépens;

Vu le déclinatoire proposé par le préfet de la Loire, le 10 mars 1843; les conclusions des parties et le réquisitoire du procureur du roi;

Vu le jugement du tribunal civil de Saint-Etienne, du 21 mars 1843, qui rejette ledit déclinatoire;

Vu les autres pièces du dossier et notamment la lettre de notre garde des sceaux, de laquelle il résulte que l'arrêté de conflit et les pièces sont parvenus à la chancellerie, le 17 avril 1843;

Vu les lois des 24 août 1790 et 16 fructidor an 3;

Vu la loi du 21 avril 1810;

Vu l'ordonnance de concession du 13 janvier 1842;

Vu les ordonnances des 1er juin 1828 et 12 mars 1831;

Ouï Me Lebon, avocat des concessionnaires de la mine de houille de la Péronnière;

Ouï M. Vuillefroy, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que la demande du sieur Fulchiron et consorts a pour objet de faire fixer, d'après des conventions écrites ou verbales, le taux des redevances dues par les concessionnaires de la mine de houille de la Péronnière aux propriétaires de la surface; que les concessionnaires repoussent cette demande, en excipant de l'ordonnance de concession qui a fixé le taux des redevances et déclaré

nulles et non avenues toutes conventions antérieures contraires ; qu'à nous seuls il appartient d'apprécier le sens et l'étendue de ladite ordonnance ;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. L'arrêté de conflit, pris par le préfet du département de la Loire, dans la cause pendante devant le tribunal civil de Saint-Étienne, entre le sieur Fulchiron et consorts, propriétaires de la surface dans le périmètre de la mine de houille de la Péronnière, et les concessionnaires de ladite mine, est confirmé.

Art. 2. Sont réputés non avenus l'exploit introductif d'instance, du 16 février 1843, et le jugement du tribunal civil de première instance de Saint-Étienne, du 21 mars 1843.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 6 *juin* 1843, *portant que* M. le comte et Mme la comtesse d'Osmond *sont autorisés à maintenir en activité leur usine à fer dite de l'*Éminence, *située commune de* Donzy, *arrondissement de* Cosne, *sur la rivière de* Nohain (*Nièvre*). Usine à fer de l'Éminence.

Cette usine restera composée :

1° de quatre feux de grosse forge,

2° de deux marteaux ;

3° d'un martinet ;

4° d'une soufflerie et accessoires nécessaires à la fabrication du fer en grosses barres.

Ordonnance du 6 *juin* 1843, *portant que* M. le vicomte Destut-Dassay *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de l'*Épau, *située commune* Usine à fer de l'Épau.

de Donzy, *arrondissement de* Cosne, *sur la rivière de* Talvannes (*Nièvre*).

Cette usine restera composée :
1° d'un haut-fourneau,
2° d'un lavoir à bras, dit égrappoir,
3° d'un bocard à laitiers,
4° d'un feu de mazerie,
5° de deux feux de petite forge.

Usine à fer de Traisnes.

Ordonnance du 6 *juin* 1843, *portant que* M. le marquis de Vergennes *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de* Traisnes, *située dans la commune de* Varennes-les-Narcy, *arrondissement de* Cosne, *sur le ruisseau de* La Vache (Nièvre).

Cette usine restera composée :
1° d'un feu de mazerie ;
2° d'un feu de petite forge ;
3° des marteaux, soufflets et accessoires nécessaires à la fabrication du petit fer et de l'acier.

Mines de fer de St-Quentin.

Ordonnance du 12 *juin* 1843, *portant concession au sieur* Louis Collonge, *de mines de fer situées dans les communes de* Saint-Quentin *et de* la Verpillière, *arrondissement de* Vienne (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Saint-Quentin*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-ouest et au *nord*, par le chemin B C D de Saint-Quentin à La Verpillière et à l'Hôpital, depuis le hameau de Pontière B, jusqu'à la rencontre D du chemin de Fallavier à la Verpillière ;

Au sud-est, par le chemin D E A de Fallavier à la Verpillière, depuis sa rencontre D avec le chemin de Saint-

Quentin à l'Hôpital, jusqu'au point A, bonde de l'étang de Fallavier;

Au sud-ouest, par une ligne droite A B partant de la bonde de l'Etang de Fallavier, et joignant le hameau de Pontière, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, dix hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés :

1° A une rente annuelle de cinq centimes par hectare, pour tous les terrains compris dans l'enceinte de la concession;

2° A une indemnité de 25 centimes par mètre cube de minerai trié, en faveur des propriétaires sous les terrains desquels on exploitera, aussi longtemps que durera l'exploitation et quels qu'en soient le mode et la position par rapport à la surface du sol.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de Saint-Quentin.

(Extrait.)

Art. 16. En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira, annuellement, au haut-fourneau de Vienne, qui s'approvisionnait de minerai de fer antérieurement à la concession, sur des exploitations comprises dans ladite concession, trois mille tonnes ou trois millions de kilogrammes de minerai trié, de teneur et de qualité convenables, au prix qui sera réglé par l'ordonnance.

S'il s'élève des contestations relativement à la qualité des minerais livrés à l'usine de Vienne, il sera statué sur les contestations par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 17. Lorsque les approvisionnements de l'usine ci-dessus auront été ainsi assurés, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'art. 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 31. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement métallurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les art. 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Fontaine, puits et sources d'eau salée, à Salies.

Ordonnance du 29 juin 1843, portant qu'il est fait à l'association des part-prenant à la fontaine de SALIES, *concession de ladite fontaine et de puits et sources d'eau salée situés dans la commune de* SALIES (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Salies*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite allant de l'angle nord-ouest de la maison Prusse, située au bord de la route départementale nº 17, de Salies à Beyrehorades, à l'angle nord-ouest de la maison Pillelardit, située au bord de la route royale nº 133;

A l'est. par une ligne droite partant de ce dernier point et aboutissant à l'angle nord-est de la maison Dufourcq, située au bord du chemin de grande communication de Salies, à Navarreux;

Au sud, par une ligne droite allant de ce dernier point à l'angle nord-est de la maison Poulet, située sur le chemin de Gadu;

A l'ouest, par une ligne droite partant de ce point et aboutissant à l'angle nord-ouest de la maison Prusse, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 99 hectares 46 ares.

Art. 6. Les concessionnaires acquitteront la redevance fixe établie par la loi du 21 avril 1810, ainsi qu'il est déterminé par l'art. 4 de la loi du 17 juin 1840. Ils acquitteront, en outre, toutes les charges relatives à l'impôt du sel.

Art. 7. Conformément à l'art. 5 de la loi du 17 juin 1840, ils seront tenus d'extraire au minimum et annuel-

lement une quantité de 500,000 kilogrammes de sel, pour être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt.

Art. 9. Ils continueront à exploiter, sans autres formalités, les sources ou puits actuellement ouverts dans l'étendue de la présente concession ; mais ils ne pourront en ouvrir d'autres qu'après l'accomplissement des formalités prescrites par l'art. 15 de l'ordonnance royale du 7 mars 1841.

Art. 10. Immédiatement après l'obtention de la concession, les administrateurs de la fontaine désigneront, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, celui d'entre eux qu'ils auront pourvu des pouvoirs nécessaires pour représenter les concessionnaires devant l'administration, sans préjudice toutefois des attributions du syndic, qui continuera à les exercer conformément aux règlements existants.

PERSONNEL.

Arrêté de M. le ministre des travaux publics, du 16 février 1841, concernant les conditions d'admission à l'École des mineurs de Saint-Étienne (1).

Le ministre secrétaire d'État au département des travaux publics,

Sur le rapport du sous-secrétaire d'État au même département,

Vu l'ordonnance du 7 mars 1831, qui a modifié le régime de l'École des mineurs, instituée à Saint-Étienne par l'ordonnance royale du 2 août 1816;

Vu la délibération en date du 15 septembre 1838, par laquelle le conseil d'administration de l'École réclame diverses modifications nouvelles au régime actuel;

Vu l'avis du conseil général des mines réuni en comité, ledit avis en date du 28 février 1839;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. A l'avenir, les candidats à l'École des mineurs de Saint-Étienne ne pourront être admis avant l'âge de 16 ans accomplis, ni après l'âge de 25 ans.

Ils doivent prouver par un certificat des autorités du lieu de leur domicile, qu'ils sont de bonnes vie et mœurs.

Art. 2. Les connaissances exigées pour l'admission à l'École des mineurs, sont :

1° L'arithmétique,

2° Le système légal des poids et mesures,

3° La géométrie élémentaire,

4° L'algèbre jusques et y compris les équations du second degré,

5° Les éléments du dessin linéaire.

Art. 3. Les candidats devront justifier, en outre, qu'ils savent parler et écrire correctement la langue française.

Art. 4. Le sous-secrétaire d'État des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

---

(1) Cet arrêté a été omis dans le tome XX, 3e série, des *Annales*.

Par ordonnance du roi, du 1er mai 1843, — M. Vène, ingénieur ordinaire de première classe au corps royal des mines, est nommé ingénieur en chef de deuxième classe.

Par ordonnance du 25 *juin* 1843, — MM. Durocher, Guillebot de Nerville, Boyé et Delaunay, aspirants-ingénieurs, sont nommés ingénieurs ordinaires de deuxième classe.

Par décision de M. le ministre des travaux publics, du 24 *mars* 1843, — M. François, ingénieur des mines à la résidence de Carcassonne, est autorisé à accepter une mission que M. le ministre de l'agriculture et du commerce est dans l'intention de lui confier pour la continuation de ses études sur l'aménagement des eaux thermales de la France.

Par décision du ministre, du 3 *avril* 1843, — M. Regnault, ingénieur des mines, de l'Académie des sciences, est nommé membre de la commission centrale des machines à vapeur.

Par arrêté du ministre, du 12 *mai* 1843, — M. Lefrançois, élève-ingénieur hors de concours, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique d'Alais (Gard), en remplacement de M. Cachon, décédé.

Par arrêté du ministre, du 19 *juin* 1843, — MM. Audibert, Jacquot (Eugène), Delesse, Lefrançois, Descottes, Dupont, Meugy, Furiet et Meissonnier, élèves-ingénieurs hors de concours, sont nommés aspirants-ingénieurs.

Par décision de M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics, du 23 *mars* 1843, — il est accordé un congé illimité à M. Varin, ingénieur en chef de l'arrondissement de Bordeaux.

Par décision de M. le sous-secrétaire d'État, du 8 *juin* 1843, — M. Sauvage, ingénieur ordinaire chargé du service du sous-arrondissement de Mézières, est autorisé à diriger la surveillance des tourbières de la vallée de la Vesle (Marne).

Par décision du sous-secrétaire d'État, du 22 *juin* 1843, — M. Levallois, ingénieur en chef chargé du service de l'arrondissement de Dieuze, est autorisé à fixer sa résidence à Nancy.

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.

Paris, le 22 avril 1843.

Minières de fer. — Indemnités dues aux propriétaires des terrains dans lesquels on exploite les minerais.

Monsieur, j'ai, en 1839, invité MM. les ingénieurs à me faire parvenir des renseignements détaillés relativement à l'évaluation des indemnités dues, en vertu de l'article 66 de la loi du 21 avril 1810, par les maîtres de forges, aux propriétaires des terrains dans lesquels ils exploitent des minerais de fer. Dans le travail demandé devaient être résolues, pour chaque minière ou groupe de minières, les questions suivantes :

1° Quel est le taux de l'indemnité payée aux propriétaires du sol par les maîtres de forges?

2° Quels sont les éléments du prix de revient de la fonte fabriquée à l'aide du minerai fourni par les minières?

3° Quel est le prix moyen auquel cette fonte est vendue, et quels sont les rapports qui existent entre le taux de l'indemnité, le prix de revient et de vente de la fonte et le montant du bénéfice que le maître de forges réalise?

Des tableaux et des notices furent rédigés en conséquence. L'intérêt que présentaient un grand nombre de renseignements fournis, sous le rapport administratif et sous le rapport technique, me fit penser, ainsi qu'au conseil des mines, qu'il serait utile de les réunir méthodiquement et uniformément dans un tableau général ou d'ensemble.

Ce tableau a été en effet dressé, et les tableaux partiels relatifs aux départements d   que je joins ici, ont été extraits de ce travail général.

Vous reconnaîtrez, par la comparaison avec vos minutes, les chiffres et les documents que vous avez produits. Pour un certain nombre de départements, les chiffres fournis ont été groupés dans un autre ordre que celui suivant lequel MM. les ingénieurs les avaient présentés ; mais ils ont été scrupuleusement conservés.

Des lacunes assez nombreuses existaient dans les travaux relatifs à la plupart des départements ; on s'est efforcé de les combler, soit à l'aide de calculs déduits des chiffres donnés directement, soit en recourant aux états statistiques rédigés annuellement par MM. les ingénieurs. Ce dernier genre de documents complémentaires est toujours indiqué à l'encre rouge.

Un tableau général ainsi formé de chiffres directement fournis, de renseignements calculés et de documents puisés à des sources diverses, et quelquefois contradictoires, n'offre pas toute la garantie désirable pour le but que l'administration se propose.

D'ailleurs ce travail présente encore des lacunes. On y remarque aussi, pour des minières assez voisines les unes des autres, des différences peu explicables, dont il est essentiel de vérifier la réalité et de constater les causes.

C'est pour vous mettre à même de suppléer à ces lacunes et de vérifier l'exactitude des renseignements recueillis jusqu'à ce jour, que je vous adresse une copie du tableau général en ce qui concerne le département placé dans vos attributions.

La rédaction des têtes de colonnes indique assez clairement l'objet spécial de ces colonnes, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister.

Vous avez eu assez souvent par vous-même, monsieur, l'occasion d'apprécier les difficultés que présente le règlement des indemnités à attribuer aux propriétaires du fonds des minières. Cette question, je n'en doute point, a fixé votre attention, et je compte sur votre zèle éclairé pour compléter, avec tout le soin possible, les tableaux que je vous transmets.

Je désire les recevoir prochainement avec les observations que vous pourrez avoir à y ajouter.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 10 mai 1843.

Règlement d'administration publique pour l'exécution de l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810.

Monsieur le préfet, l'article 50 de la loi du 21 avril 1810 porte que, si une exploitation compromet la sûreté publique, la conservation des puits, la solidité des travaux, la sûreté des ouvriers mineurs ou des habitations de la surface, il y sera pourvu par le préfet, ainsi qu'il est pratiqué en matière de grande voirie et selon les lois.

L'application de cette disposition a, dans la pratique, rencontré des difficultés, notamment en ce qui concerne la marche à suivre pour faire exécuter d'office les mesures nécessaires quand les obligations prescrites ne sont pas remplies. Le décret du 3 janvier 1813, sur la police souterraine, a bien indiqué à cet égard certains modes de procéder; mais l'expérience a fait reconnaître qu'ils sont insuffisants. D'une part, le recours au ministre, énoncé par l'article 4, entraîne des lenteurs là où la célérité est au contraire une condition indispensable, puisqu'il s'agit de dangers qui pourraient souvent causer de grands désastres si l'on n'y remédiait immédiatement. D'autre part, le renvoi que fait l'article 10, en ce qui concerne les mesures à exécuter d'office, aux formes établies par l'article 37 du décret du 18 novembre 1810, est tout à fait inefficace. Ce dernier article, qui ne se rapporte qu'à la surveillance à exercer par les ingénieurs dans les circonstances où une exploitation est délaissée, porte que les frais occasionnés par cette surveillance seront prélevés sur les valeurs existant dans la mine, telles que machines ou ustensiles servant à l'exploitation. Mais saisir ces machines, ce serait aller contre le but même qu'on se propose. En privant l'exploitant des moyens d'opérer des travaux, on compromettrait la conservation de la mine, on aggraverait le mal au lieu d'y remédier.

Il importait d'établir des règles plus promptes et plus sûres. L'article 50 de la loi de 1810 contient en lui-même les moyens d'action nécessaires. Il ne s'agit que de tirer les conséquences des principes qu'il a posés.

Cet article veut que, dans les circonstances qu'il énumère, il soit pourvu par le préfet ainsi qu'il est pratiqué en matière de grande voirie. C'est donc aux règles de la grande voirie qu'on doit recourir.

Des doutes s'étaient élevés à cet égard dans l'application.

Il a paru qu'il convenait, pour les dissiper, de formuler dans un règlement d'administration publique les dispositions fondamentales qui concernent cet objet important du service des mines, de manière à garantir pleinement les intérêts auxquels il s'agit de pourvoir.

Une ordonnance royale, délibérée en conseil d'État, a été rendue dans ce but le 26 mars dernier; vous en trouverez, monsieur le préfet, une expédition à la suite de cette circulaire.

L'article 1er de cette ordonnance enjoint à tout exploitant d'avertir immédiatement l'ingénieur des mines et le maire de la commune, lorsque quelque danger se manifeste dans les travaux.

L'article 3 du décret de 1813 n'était point assez explicite à cet égard. La présence de l'ingénieur est essentielle en effet pour organiser convenablement les premiers secours, indiquer et diriger au besoin les ouvrages à effectuer quand une invasion subite des eaux, quand des gaz délétères ou inflammables, des éboulements viennent mettre la vie des ouvriers en péril. Le zèle et le dévouement des ingénieurs sont assez connus.. On peut et on doit toujours s'adresser à eux avec une confiance entière. Bien des malheurs auraient pu être évités sans doute si l'on n'eût pas négligé de les avertir lorsqu'il était temps encore de prévenir le danger. L'intérêt de l'exploitant est ici d'accord avec son devoir.

Aux termes des articles 2 et 3, l'ingénieur, ou, en son absence, le garde-mines se transportera sur les lieux. Il dressera un procès-verbal qu'il transmettra au préfet, en indiquant les mesures qui lui paraîtront devoir être prises. Le maire, de son côté, devra également adresser au préfet ses observations et propositions en ce qui concernera la sûreté des personnes et des propriétés. Le préfet ordonnera, après avoir entendu le concessionnaire, telles dispositions qu'il appartiendra. Il fallait, du reste, prévoir le cas où l'imminence du péril exigerait des mesures immédiates. Alors l'ingénieur fera les réquisitions nécessaires à l'autorité locale pour qu'il y soit pourvu sur-le-champ, conformément aux dispositions de l'article 5 du décret de 1813.

L'arrêté du préfet est notifié au concessionnaire; s'il n'y obtempère pas, il y est, d'après l'article 4 de l'ordonnance,

pourvu d'office à ses frais, et par les soins des ingénieurs des mines.

Après cette exécution d'office, les frais de confection des travaux et tous autres frais seront, en vertu de l'article 5, réglés par le préfet, qui rendra les états exécutoires. C'est un principe consacré depuis longtemps (1), que les administrateurs auxquels les lois ont attribué le droit de prononcer des condamnations, ou de décerner des contraintes, sont de véritables juges dont les actes doivent produire les mêmes effets et obtenir la même exécution que ceux des tribunaux ordinaires ; que ces condamnations et ces contraintes emportent hypothèque de la même manière et aux mêmes conditions que celles de l'autorité judiciaire. Lorsqu'un préfet ordonne ce que de droit en matière de grande voirie, pour faire cesser un dommage, sa décision est un véritable jugement ; elle doit en avoir tous les effets. Les lois de finances, qui interdisent la perception de toute espèce d'impôts non ordonnés par ces lois, n'empêchent nullement l'exécution de cette disposition, parce qu'il ne s'agit point dans ces circonstances de payements qui aient le caractère d'un impôt. Les poursuites à exercer dans les cas prévus par la nouvelle ordonnance ne se rattachent non plus à aucune perception de contributions publiques, et dès lors la marche tracée jusqu'ici doit être suivie également. Toutefois, il pourra arriver que le règlement des frais sera attaqué. Dans ce cas, la réclamation devra être portée devant le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'État. Cette réclamation ne peut d'ailleurs suspendre le recouvrement des frais, sauf restitution ultérieure, s'il y a lieu. Ce recouvrement sera, ainsi que l'article 5, opéré par les préposés de l'enregistrement et des domaines, comme en matière d'amendes, frais et autres objets se rattachant à la grande voirie (2).

---

(1) Avis du conseil d'État, des 16 thermidor an XIII, 29 octobre 1811, 24 mars 1812, approuvés par l'empereur. (Bulletin des Lois, 1er semestre 1812, page 281.)

(2) Une décision de M. le ministre des finances, du 15 octobre 1828, a chargé les receveurs de l'enregistrement de recouvrer, sur les mandats exécutoires des préfets, les frais dus par les particuliers pour expertises, démolitions et autres opérations faites d'office, concernant la grande voirie, le desséchement des marais, l'exploitation des mines. Une autre décision, du 29 mars 1830, rappelée, ainsi que la première, dans une instruction du 20 avril, même année, de

L'article 6 dispose qu'il sera procédé comme il est dit aux articles précédents à l'égard de tout concessionnaire qui négligerait, soit de produire, dans les délais fixés, les plans de ses travaux souterrains, soit de tenir sur son exploitation le registre et le plan d'avancement journalier des travaux, soit enfin d'entretenir constamment sur ses établissements les médicaments et autres moyens de secours. Ces prescriptions si essentielles, établies par le décret du 3 janvier 1813 et par l'instruction ministérielle du 3 août 1810, ont été trop longtemps négligées, et il était tout à fait indispensable d'en assurer l'exécution. On sait que la tenue des plans importe extrêmement à la bonne direction des exploitations, à la sûreté des ouvriers et des habitations de la surface. Ils fournissent le seul moyen de reconnaître à quelle partie du sol correspondent les excavations qui menacent ruine; de se diriger, en cas d'éboulement, dans les ateliers souterrains pour pénétrer jusqu'aux ouvriers qui s'y trouveraient ensevelis. Ils font partie de cet ensemble de précautions que réclame l'exploitation des mines. Il en est de même des médicaments et appareils destinés à donner les premiers secours; rien n'est plus nécessaire au milieu des accidents auxquels les ouvriers sont exposés dans les mines. L'exploitant qui n'entretient pas ces appareils sur son établissement compromet la vie de ses ouvriers, puisqu'il néglige les moyens de pourvoir à leur salut. La négligence à cet égard, de même qu'en ce qui a rapport au plan des travaux, est une de ces infractions qui rentrent dans les prévisions de l'article 50 de la loi de 1810, et la même répression devait naturellement l'atteindre.

Les règles établies par la nouvelle ordonnance ne devaient point empêcher l'action répressive des tribunaux. Aussi l'article 7 réserve-t-il expressément l'application, s'il y a lieu, des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810. C'est l'autorité administrative qui doit prescrire et faire exécuter d'office les mesures nécessaires pour garantir la sûreté publique. L'article 50 et les autres dispositions

---

l'administration de l'enregistrement et des domaines, porte que ces dispositions s'étendent à tous les mandements exécutoires, soit collectifs, soit individuels, que les préfets délivrent pour le recouvrement des frais ou honoraires de toute nature, auxquels donnent lieu les travaux d'intérêt public exécutés d'office à la charge des particuliers.

contenues au titre 5 de cette loi l'ont chargée de veiller à tout ce qui peut intéresser la conservation des hommes et des choses. Mais en même temps si le danger qui s'est manifesté provient d'une contravention, s'il y a eu infraction aux règlements, des poursuites doivent être exercées devant les tribunaux pour la réparation des dommages et la répression des délits. C'est ainsi que la loi du 27 avril 1838 donne aux préfets la faculté d'interdire tout travail d'exploitation contraire aux règlements sur les mines, sans préjudice également de l'application du titre 10 de la loi du 21 avril 1810.

La loi de 1838 et l'ordonnance du 23 mai 1841, rendue pour son exécution, ont établi des dispositions spéciales pour les cas où plusieurs mines sont atteintes ou menacées d'une inondation commune. Indépendamment de ces dispositions, cette loi en renferme d'autres qui s'appliquent à tous les cas où l'exploitant, en s'écartant de ses obligations, compromettrait la vie de ses ouvriers ou la sûreté publique. L'article 9 énonce que, dans les circonstances où les lois et règlements autorisent l'administration à faire exécuter des travaux dans les mines aux frais des concessionnaires, le défaut de payement de la part de ceux-ci donnera lieu contre eux au retrait de la concession. C'est une mesure qu'on pourra aussi appliquer au besoin. Mais, par cela même qu'il serait d'une extrême rigueur de procéder toujours ainsi, on conçoit qu'elle doit être réservée pour des circonstances extraordinaires, et lorsqu'il y a une absolue nécessité à y recourir. Il est permis d'espérer qu'on trouvera dans les dispositions de la nouvelle ordonnance tous les moyens d'action suffisants, et que même on ne sera que rarement obligé de les mettre à exécution. Ceux des propriétaires de mines qui jusqu'ici ne se sont pas soumis aux obligations que les règlements leur imposent, comprendront qu'il est de leur intérêt d'éviter qu'on emploie à leur égard des moyens coercitifs. Investie désormais d'un pouvoir nettement défini, l'administration ne saurait hésiter à l'exercer, parce qu'elle doit veiller aux grands intérêts qui lui sont commis; mais elle a la confiance que l'ordre s'établira généralement, et que les bons exemples donnés dans quelques exploitations deviendront bientôt la règle commune.

Quand on songe à tous les dangers auxquels sont exposés les ouvriers mineurs, on ne peut trop se préoccuper

des moyens de les protéger contre ces périls. S'ils sont souvent victimes de leur propre imprudence, trop souvent aussi le défaut de précautions amène des malheurs déplorables. C'est un devoir pour l'administration, non moins que pour les concessionnaires, de veiller sans cesse à tout ce qui peut prévenir des catastrophes qui plongent tant de familles dans la misère. Cette classe laborieuse et si digne d'intérêt doit exciter toutes les sympathies. Aussi ne terminerai-je pas cette lettre, monsieur le préfet, sans appeler particulièrement votre attention sur une mesure qui lui serait d'un grand avantage; je veux parler de l'organisation de caisses de secours qui donneraient, en cas d'accidents, les moyens de venir en aide aux ouvriers et à leurs familles. Il n'en existe encore en France qu'un bien petit nombre, et cela est fort regrettable. Il serait à souhaiter que, à l'instar de ce qui s'est fait récemment dans un pays voisin, ces institutions pussent se multiplier, et que les résistances qui les ont entravées jusqu'à ce moment vinssent à disparaître devant l'accord de toutes les volontés, devant cette émulation généreuse pour le bien qui a créé tant de choses utiles. Vous chercherez, je n'en doute pas, à donner ici une impulsion efficace. Rien n'est plus digne assurément de votre sollicitude.

Je vous prie, monsieur le préfet, d'assurer l'exécution de l'ordonnance du 26 mars et de m'en accuser réception ainsi que de la présente circulaire, dont je transmets une expédition à MM. les ingénieurs des mines.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Paris, le 10 mai 1843.

Appareils à vapeur employés dans les établissements industriels.

États statistiques de 1842.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tableaux nos 1 et 2, sur lesquels doivent être portés, pour l'année 1842, les documents statistiques concernant les appareils à vapeur employés dans les établissements industriels.

L'un de ces exemplaires devra être conservé comme minute.

Je vous prie de me renvoyer l'autre avec vos observations, dans le plus court délai possible.

En ce qui concerne la rédaction de ces états, je me réfère aux instructions contenues dans les circulaires des 22 août 1833 et 12 janvier 1835.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 11 mai 1832.

Bateaux à vapeur. — États statistiques de 1842.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tableaux nos 1 et 2, sur lesquels doivent être portés, pour l'année 1842, les documents statistiques concernant les bateaux à vapeur.

L'un de ces exemplaires devra être conservé comme minute.

Je vous prie de me renvoyer l'autre, avec vos observations, dans le plus court délai possible.

Je me réfère, en ce qui concerne la rédaction de ces états, aux circulaires des 31 octobre 1833 et 13 janvier 1835.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 30 mai 1843.

Demandes en concurrence pour des concessions de mines.

Monsieur le préfet, la question s'est présentée de savoir si les demandes en concurrence pour des concessions de mines, qui interviennent dans les quatre mois des publications et affiches de la demande primitive, doivent être aussi publiées et affichées. Un assez grand nombre de précédents avaient déjà résolu cette question négativement. Toutefois, des doutes ayant été élevés depuis l'avis du conseil d'État du 3 mai 1837, il m'a paru qu'il y avait lieu

de la déférer au conseil lui-même, qui expliquerait ainsi le sens réel de cet avis. Je la lui ai en conséquence soumise, et la solution a confirmé l'opinion qui avait jusqu'alors prévalu.

Je crois devoir entrer dans quelques explications à cet égard.

Trois demandes en concession étaient présentées à l'administration dans une affaire récente.

Les deux premières l'ayant été à peu près dans le même temps, on les avait affichées simultanément. Elles avaient été également l'objet de publications, conformément à la loi du 21 avril 1810 (1).

Pendant que ces formalités suivaient leur cours, une troisième fut formée, et s'appuya sur des recherches dispendieuses faites par les nouveaux demandeurs. Il n'y eut à cette occasion ni publications ni affiches, mais seulement notification à l'un des premiers demandeurs, en raison de la concurrence qui résultait de ce que les mêmes terrains étaient compris dans l'une et l'autre demande. La dernière fut, indépendamment de cette notification, inscrite sur le registre spécial ouvert à la préfecture du département, en exécution de l'article 26 de la loi de 1810.

De là la question de savoir si la notification et l'inscrip-

---

(1) Loi du 21 avril 1810 :

Art. 22. La demande en concession sera faite par voie de simple pétition adressée au préfet, qui sera tenu de la faire enregistrer, à sa date, sur un registre particulier, et d'ordonner les publications et affiches dans les dix jours.

Art. 23. Les affiches auront lieu pendant quatre mois, dans le chef-lieu du département, dans celui de l'arrondissement où la mine est située, dans le lieu du domicile du demandeur et dans toutes les communes dans le territoire desquelles la concession peut s'étendre : elles seront insérées dans les journaux du département.

Art. 24. Les publications de demandes en concession de mines auront lieu devant la porte de la maison commune et des églises paroissiales et consistoriales, à la diligence des maires, à l'issue de l'office, un jour de dimanche, et au moins une fois par mois pendant la durée des affiches. Les maires seront tenus de certifier ces publications.

Art. 25. Le secrétaire général de la préfecture délivrera au requérant un extrait certifié de l'enregistrement de la demande en concession.

Art. 26. Les demandes en concurrence et les oppositions qui y seront formées seront admises devant le préfet jusqu'au dernier jour du quatrième mois, à compter de la date de l'affiche. Elles seront no-

tion suffisaient pour accomplir le vœu de la loi, et s'il ne fallait pas, en outre, exiger que la dernière demande fût publiée et affichée. On faisait observer que cette publicité était ordonnée par la loi, non-seulement dans l'intérêt des prétendants aux concessions, mais encore pour la conservation des droits des tiers intéressés, à quelque titre que ce fût, et l'on s'appuyait d'ailleurs sur l'avis du conseil d'État du 3 mai 1837.

Il s'agissait donc d'examiner, 1° si les demandes qui interviennent dans le délai de quatre mois de la demande primitive ont dû, avant l'avis du 3 mai 1837, être soumises aux formalités d'affiches et de publications; 2° si cet avis avait changé les règles suivies antérieurement.

Peu de temps après la promulgation de la loi de 1810, la première de ces questions fut soumise au ministre de l'intérieur, qui la résolut ainsi qu'il suit dans sa circulaire aux préfets, du 3 novembre 1812 :

« Nulle part la loi n'a prescrit que les oppositions fussent affichées ni publiées; il ne s'est élevé aucun doute » à ce sujet de la part des fonctionnaires chargés de la faire » exécuter.

» Il n'en est pas de même des demandes en concurrence.

» Elles ont donné lieu à la question de savoir si elles » doivent être soumises aux formalités des publications et » affiches.

---

tifiées par actes extrajudiciaires à la préfecture du département, où elles seront enregistrées sur le registre indiqué à l'article 22. Les oppositions seront notifiées aux parties intéressées, et le registre sera ouvert à tous ceux qui en demanderont communication.

Art. 27. A l'expiration du délai des affiches et publications, et sur la preuve de l'accomplissement des formalités portées aux articles précédents, dans le mois qui suivra, au plus tard, le préfet du département, sur l'avis de l'ingénieur des mines, et après avoir pris des informations sur les droits et les facultés des demandeurs, donnera son avis et le transmettra au ministre de l'intérieur.

Art. 28. Il sera définitivement statué sur la demande en concession par un décret délibéré en conseil d'État.

Jusqu'à l'émission du décret, toute oppostion sera admissible devant le ministre de l'intérieur ou le secrétaire général du conseil d'État : dans ce dernier cas, elle aura lieu par une requête signée et présentée par un avocat au conseil, comme il est pratiqué pour les affaires contentieuses, et, dans tous les cas, elle sera notifiée aux parties intéressées.

Si l'opposition est motivée sur la propriété de la mine acquise par concession ou autrement, les parties seront renvoyées devant les tribunaux et cours.

» Une demande en concurrence n'est qu'une opposition
» à la demande primitive; et le législateur lui a imprimé
» ce caractère, en la mentionnant cumulativement, dans
» l'article 26, avec les oppositions.

» En effet, si cette demande avait lieu à la fin du qua-
» trième mois, et qu'elle dût être affichée pendant quatre
» mois, l'instruction se prolongerait jusqu'au huitième
» mois; si, à cette époque, il se présentait un nouveau
» concurrent, sa réclamation reporterait l'instruction au
» douzième mois, et alors il n'y aurait pas de raison de
» voir le terme de ces retardements administratifs.

» Le législateur n'a pu avoir l'intention d'exposer l'ad-
» ministration à un semblable résultat.

» Il a donc évidemment assimilé les demandes en con-
» currence aux oppositions, pour lesquelles il n'a pas
» exigé la publication et l'affiche, mais qui doivent être
» notifiées aux parties.

» C'est dans ce sens que la loi doit être exécutée.

» Les demandes en concurrence devant être mises,
» comme les oppositions, sous les yeux de l'autorité supé-
» rieure, examinées par elle et discutées, s'il y a lieu, en
» conseil d'État, les demandeurs en concurrence ont la
» certitude d'obtenir justice, sans qu'ils aient droit de
» réclamer la formalité d'affiche et de publication, for-
» malité inutile en elle-même, non prescrite par la loi,
» et qui n'aurait d'autre effet que d'éterniser les affaires.»

L'intention formelle de la loi a été que le délai de quatre mois fixé pour les publications et affiches ne fût point dépassé.

Cette intention n'est pas douteuse, quand on voit le législateur dire, article 23, que *les affiches et publications dureront quatre mois;* article 27, que *le préfet donnera son avis dans le mois qui suivra, au plus tard, à l'expiration du délai des publications et affiches.*

Le délai fixé par la loi du 28 juillet 1791 était de six mois.

Celui de la loi du 13 pluviôse an XI, de deux mois.

On a pris un terme moyen qui a été jugé suffisant.

Ce qui importe surtout, en cette matière, c'est que les propriétaires de la surface sachent quelles sont les propriétés comprises dans le périmètre qu'on demande; quelles sont les indemnités offertes par les demandeurs.

Il y a pour cela deux éléments de publicité :

Les affiches et les publications ;

L'inscription sur le registre spécial tenu à la préfecture.

Ce registre, ouvert à tout le monde, a précisément pour but d'empêcher que les affaires ne s'éternisent, ce qui arriverait infailliblement s'il fallait, à chaque demande, à toute époque, recommencer des publications et affiches.

Si telle n'était pas la volonté de la loi, le registre spécial serait absolument sans objet.

Lors donc que la demande nouvelle a été formée dans les quatre mois, l'inscription sur le registre suffit pour les propriétaires du sol.

Quant au demandeur primitif, il est suffisamment averti par la notification directe qu'il reçoit, et l'administration conserve, du reste, la faculté de recueillir sur les personnes les informations qui lui paraîtraient nécessaires.

Telle était la règle suivie jusqu'à l'avis du conseil d'État du 3 mai 1837.

Cet avis a-t-il apporté quelque changement à la pratique antérieure?

En aucune façon.

Il est intervenu dans des circonstances qui n'entraient pas dans les termes de la question.

En effet, il s'agissait uniquement, dans ce dernier cas, de savoir si la concession pouvait être faite à un demandeur qui ne s'était présenté que plus de quatre mois après les publications et affiches d'une autre demande, ou si, au contraire, la seconde demande ne devait pas être rejetée comme tardive.

Jusque-là, l'admissibilité n'avait pas été mise en doute, et, dès le 27 octobre 1812, le ministre de l'intérieur s'était expliqué formellement, en décidant que de telles demandes ne devaient point faire partie de l'instruction principale, mais que les préfets les transmettraient séparément à l'administration supérieure avec un avis motivé (1).

Elles n'étaient donc point rejetées par le fait seul qu'elles se trouvaient tardives (2).

---

(1) L'arrêté du 27 octobre 1812 est imprimé à la suite de la présente circulaire.

(2) L'article 9 de l'ordonnance du 7 mars 1841, relatif aux sources et puits d'eau salée, n'admet pas de demandes en concurrence après quatre mois. C'est une exception qu'on a voulu faire à la règle géné-

On se réservait de les examiner.

Mais puisque, nonobstant une jurisprudence constante, on remettait en question le principe lui-même, il parut nécessaire de consulter le conseil d'Etat sur le point de savoir *si les demandes en concurrence pour des concessions de mines sont, comme les oppositions, admissibles après l'expiration du délai des affiches et jusqu'à ce qu'il ait été statué sur la concession.*

Les termes de l'avis exprimé à cet égard par le conseil (1) ne prêtent à aucune équivoque. Ils montrent clairement quel en est l'objet. Cet avis porte que : « lorsque les de-» mandes en concession de mines ont été instruites con-» formément aux règles prescrites par la loi du 21 avril » 1810, le gouvernement peut accorder la concession » nonobstant une nouvelle demande qui serait présentée » après les délais déterminés par la loi;

» Que le gouvernement peut toujours aussi, si des de-» mandes en concurrence sont présentées *après les dé-» lais*, et, s'il le juge convenable, surseoir à la con-» cession;

» Que, *dans ce cas*, avant de statuer sur les nouvelles » demandes, il est indispensable de procéder à une instruc-» tion complète, conformément aux prescriptions du titre 4 » de la loi du 21 avril 1810. »

Cet avis du 3 mai 1837 ne s'applique bien évidemment qu'aux demandes tardives, qu'à celles qui sont intervenues après les délais fixés par la loi de 1810. Et l'on comprend très-bien que la formalité des affiches et publications devienne absolument nécessaire ici, puisqu'il n'y avait eu ni inscription sur le registre de la préfecture, ni notification aux parties. L'avis du conseil, qui l'exige, s'explique de lui-même. C'est la conséquence naturelle de l'admissibilité, à toute époque, des demandes en concurrence pour lesquelles on n'avait rempli dès l'abord aucune formalité.

La discussion qui a eu lieu dernièrement au conseil d'État l'a conduit à reconnaître :

---

rale. On avait à cette occasion élevé la question de savoir si cette règle ne devait pas être modifiée pour les mines; mais on a reconnu qu'il n'y avait pas lieu de revenir, à cet égard, sur l'avis du 3 mai 1837. Voir la circulaire du 30 mars 1841.

(1) Cet avis a été adressé à MM. les préfets et à MM. les ingénieurs des mines avec la circulaire de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, du 29 septembre 1837.

1° Que l'inscription sur le registre de la préfecture des demandes en concurrence formées dans le délai de quatre mois, leur notification aux premiers demandeurs, suffisent pour la publicité;

2° Que les demandes en concurrence présentées après les quatre mois ne doivent pas faire partie de l'instruction locale; et que, par cela même, si plus tard on juge qu'elles méritent d'être prises en considération, il est indispensable de procéder, à leur égard, à une instruction spéciale, puisque le public n'en a eu connaissance ni par les affiches ni par l'inscription au registre;

3° Que l'avis du 3 mai 1837 ne s'applique qu'à ces demandes tardives et nullement à celles qui ont été présentées dans le délai fixé par l'article 26 de la loi.

Ainsi, monsieur le préfet, se trouvent complétement et définitivement consacrées les règles qui ont été observées jusqu'à ce jour.

Il conviendra de ne jamais omettre de transcrire sur le registre spécial de la préfecture les demandes en concurrence qui seront présentées dans le délai légal, et de mentionner sur ces pièces que cette transcription a en effet eu lieu. Il faudra aussi veiller à ce qu'elles soient notifiées par les parties aux premiers demandeurs, pour qu'ils puissent y répondre.

Rien ne fait d'ailleurs obstacle à ce que diverses demandes soient portées à la connaissance du public par le moyen d'affiches simultanées et collectives, lorsque aucune d'elles n'a encore été l'objet d'un arrêté qui en prescrive la publication.

Quant aux demandes en concurrence formées après les quatre mois, il continuera d'être procédé à leur égard conformément à l'arrêté du ministre de l'intérieur du 27 octobre 1812.

On conçoit très-bien, du reste, qu'il pourra, comme cela est déjà arrivé, se présenter des circonstances qui donneront lieu d'examiner des questions toutes spéciales. Souvent, dans la marche des affaires, il survient des incidents que les règles générales n'ont pu prévoir, et qui sont de nature à motiver des dispositions particulières. Dans ces diverses circonstances, MM. les préfets auront à en référer à l'administration supérieure, qui jugera si elles sont en effet de nature à rendre nécessaires de nouvelles affiches et publications.

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse une expédition à MM. les ingénieurs des mines.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Arrêté du 27 *octobre* 1812.

Le ministre de l'intérieur, comte de l'empire,

Vu le rapport de M. le directeur général des mines, par lequel il représente la nécessité de fixer d'une manière invariable le vrai sens et la véritable application des dispositions de l'article 28 de la loi sur les mines du 21 avril 1810, afin que l'article 26 de la même loi reçoive strictement son exécution;

Vu l'avis du conseil général des mines du 20 avril dernier;

Considérant, à l'égard des demandes en concession formées sous le régime de la loi du 21 avril 1810, que ces demandes doivent, aux termes de l'article 23 de cette loi, être publiées et affichées pendant quatre mois consécutifs;

Que les oppositions à ces demandes, ainsi que les prétentions en préférence, ne doivent être admises par les préfets, aux termes de l'article 26, qu'autant qu'elles sont notifiées à la préfecture, au plus tard, le dernier jour du quatrième mois des affiches et publications de la demande primitive;

Considérant, à l'égard des demandes en concession instruites sous le régime de la loi de 1791, et qui ont été publiées et affichées conformément à cette loi, que ces demandes ne sont susceptibles d'une nouvelle instruction et de nouvelles publications et affiches que relativement aux droits des propriétaires de la surface, d'après l'avis du conseil d'Etat, approuvé par Sa Majesté le 11 juin 1810; et que, par conséquent, aucune opposition ni demande en concurrence n'est plus admissible par les préfets contre les demandes primitives;

Considérant que jusqu'à ce que le conseil d'État soit

saisi de l'instruction sur une demande en concession de mines, c'est au ministre de l'intérieur seul qu'il appartient de renvoyer à la décision des tribunaux les oppositions motivées sur la propriété de la mine demandée, comme étant acquise aux opposants par concession ou autrement, et dont la connaissance est réservée à l'autorité judiciaire par l'article 28 de la loi, soit que ces oppositions aient été notifiées aux préfets dans l'intervalle des quatre mois de délai pour les publications et affiches des demandes, soit qu'elles aient été introduites directement auprès du ministre, dans les formes prescrites en cet article;

Considérant enfin que, quel que soit le motif des oppositions tardives ou formées en temps utile, il importe à l'administration supérieure de les connaître et d'être mise à la portée d'en apprécier le mérite, ainsi que l'influence qu'elles peuvent avoir sur la décision à intervenir;

Arrête :

Art. 1er. Toutes oppositions ou demandes en concurrence formées contre une demande en concession nouvelle et notifiées dans les formes prescrites par l'article 26 de la loi du 21 avril 1810, à la préfecture d'un département, après le dernier jour du quatrième mois de l'affiche de cette demande, ne pourront être admises par le préfet pour faire partie de l'instruction d'après laquelle il statuera sur la demande en concession, conformément à l'article 27 de la même loi, comme si ces oppositions ou demandes en concurrence n'avaient point eu lieu.

Art. 2. Le préfet auquel ces oppositions ou demandes tardives auront été notifiées les transmettra néanmoins séparément au ministre, avec un arrêté constatant les motifs pour lesquels elles n'auront pas été comprises et discutées dans l'instruction principale sur la demande en concession, et son avis sur le mérite de ces oppositions.

Art. 3. Les oppositions ou demandes en concurrence contre les demandes en concession publiées et affichées sous le régime de la loi de 1791, survenues depuis la nouvelle publication et affiche de ces demandes, ayant pour objet la fixation des droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi, ne pourront également être admises par les préfets pour faire partie de l'instruction principale, lorsque ces oppositions ne seront point directement relatives à la fixation de ces droits, soit que ces oppositions ou demandes aient été introduites

dans les quatre mois des nouvelles publications et affiches, soit qu'elles l'aient été postérieurement. Dans l'un ou l'autre cas, ces oppositions ou demandes seront transmises ainsi qu'il est dit en l'article précédent.

Art. 4. Toutes les fois qu'une opposition à une demande en concession, notifiée à la préfecture dans le délai prescrit en l'article 26 de la loi, sera motivée sur la propriété de la mine acquise à l'opposant par concession ou autrement, et qu'ainsi la connaissance sera susceptible d'en appartenir aux tribunaux, d'après les dispositions de l'article 28 de la loi, le préfet ne pourra en ordonner le renvoi de son propre mouvement, mais il exprimera son avis sur la nature de cette opposition, par un arrêté particulier et préparatoire, qu'il transmettra, avec l'opposition et les pièces à l'appui, au ministre de l'intérieur, lequel statuera sur le renvoi aux tribunaux, s'il y a lieu.

Signé MONTALIVET.

Paris, le 22 juin 1843.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser les tableaux destinés à recevoir les documents statistiques relatifs aux diverses branches de l'industrie minérale pour l'année 1842. — Documents statistiques à réunir pour l'année 1842.

Les états nos 1, 5 et 6 sont tout à fait les mêmes que ceux de l'an dernier; l'expérience a fait reconnaître qu'il y aurait lieu d'apporter dans les trois autres quelques modifications.

État n° 2. — On a supprimé les deux colonnes où étaient consignés les renseignements relatifs à la date de la concession et à la surface du sol concédé des mines de fer. Ces détails ne sont point indispensables dans le travail statistique.

On consignera dans la colonne (18) la somme totale payée comme redevance sur le produit de chaque gîte, au lieu d'indiquer, comme on avait dû le faire pour 1841, la redevance payée par 100 kilogrammes de minerai propre à la fusion.

On énoncera dans la colonne (40) le poids du mètre cube de minerai propre à la fusion fourni par chaque gîte : ce renseignement doit être depuis longtemps en la possession de MM. les ingénieurs, puisque c'est un élément de

calcul des résultats consignés chaque année sur l'état n° 2.

État n° 3. — Jusqu'à ce jour, les renseignements relatifs à la consistance des usines avaient présenté le détail des feux et ateliers *actifs* et *inactifs*. Cette distinction n'est point absolument nécessaire ici. Le nombre des ateliers *actifs* étant indiqué sur l'état n° 4, il suffit, à la rigueur, de mentionner sur l'état n° 2 le nombre *total* des ateliers : le nombre des ateliers *inactifs* se déduira par différence des chiffres consignés sur les deux états. Il résultera de ce nouveau mode une très-grande simplification de l'état n° 3. La diminution dans le nombre des colonnes et la plus grande hauteur donnée à la tête du tableau permettent, en outre, d'y inscrire plus aisément l'énumération des divers feux et ateliers.

Les renseignements relatifs aux forces motrices employées pour les diverses usines ont jusqu'à présent laissé beaucoup à désirer ; l'administration a souvent regretté de ne pouvoir en tirer parti pour la solution de questions importantes dans lesquelles il importe de connaître les quantités de forces motrices qu'exige en divers lieux et par diverses méthodes la fabrication d'une quantité donnée de fonte, de fer marchand, de tôle, de fil de fer, etc.

J'appelle d'une manière toute spéciale l'attention de MM. les ingénieurs des mines sur ces sortes de recherches, qui n'exigent, dans la plupart des cas, grâce aux progrès récents de l'hydraulique, que des observations faciles et des calculs très-simples.

Ces renseignements seront consignés dorénavant dans cinq colonnes, correspondant aux cinq subdivisions du travail du fer.

En ce qui concerne les machines à vapeur, on devra faire une mention spéciale dans la colonne (67), de celles dont les chaudières sont chauffées au moyen du gaz sortant des foyers métallurgiques.

État n° 4. — La seule modification qui y ait été introduite consiste à mentionner explicitement les rails parmi les fers produits par la méthode anglaise, dans la conversion de la fonte en fer forgé.

Je crois devoir d'ailleurs reproduire l'observation déjà faite l'an dernier au sujet de cet état. Le dépouillement fait chaque année des résultats qui y sont consignés, prouve que la quantité de fonte élaborée par les forges et par les

ateliers de moulage excède toujours notablement les quantités de fonte produites dans le royaume et importées pour la consommation intérieure. Il y a lieu de croire que cette anomalie, qui se reproduit constamment dans le même sens, résulte surtout de ce que MM. les ingénieurs ne tiennent pas suffisamment compte des vieilles fontes, des ferrailles, des rognures et déchets divers élaborés par les forges et par les ateliers de moulage, matières dont l'emploi diminue naturellement les consommations en fontes neuves. Peut-être aussi l'anomalie tient-elle en partie à ce que la production des hauts-fourneaux est évaluée un peu trop bas, et à ce qu'au contraire les consommations des forges et des fonderies de deuxième fusion sont un peu exagérées. Il convient de rechercher très-attentivement dans quelles proportions les vieilles fontes et les riblons entrent dans la consommation de ces ateliers, et de vérifier d'une manière toute spéciale, sur le second verso de l'état, la balance de la recette et de l'emploi des fontes entrées dans le commerce du département, soit par la production, soit par l'importation d'un autre département ou d'un pays étranger, soit enfin par le transit.

A l'aide des renseignements qui lui ont été transmis, l'administration a pu comprendre dans le dernier compte rendu un travail relatif à l'histoire des usines à fer dans les groupes de forges I, VII et IX. Ce document a de l'intérêt, et il importe de le continuer par des publications analogues, soit pour ces trois groupes, soit surtout pour les neuf autres. J'appelle sur ce point l'attention de MM. les ingénieurs; je leur saurai gré des efforts qu'ils feront pour concourir à ce résultat.

J'insiste particulièrement auprès d'eux pour que les six états qu'ils ont à produire me parviennent au 15 novembre prochain. L'exactitude est ici une nécessité impérieuse, et il faut qu'elle soit la même partout. L'absence d'un seul de ces états empêche de terminer des travaux d'ensemble, et devient la cause de retards toujours fâcheux dans la publication du compte rendu exigé par la loi du 23 avril 1833. J'aime à me persuader que cette exactitude que je recommande ici n'ôtera rien au mérite du travail; elle sera un mérite de plus.

Les états de MM. les ingénieurs ordinaires me seront transmis, conformément aux règles établies, par l'inter-

médiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES,

Au 1er juillet 1843.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

M. J.-B. TESTE (O ✠), *MINISTRE SECRÉTAIRE D'ÉTAT*.

M. LEGRAND (G O ✠), *SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT*.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et en son absence, par le sous-secrétaire d'État. MM. les inspecteurs généraux, présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.

Cordier (C ✠), pair de France, conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du sous-secrétaire d'État, rue Cuvier, n° 25.

De Bonnard (O ✠), membre de l'Académie des sciences, quai Malaquais, n° 19.

Migneron (O ✠), rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 117.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.

Héricart de Thury (O ✠), conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, rue de l'Université, n° 29.

Berthier (O ✠), membre de l'Académie des sciences, rue de Crébillon, n° 2.

Garnier (O ✠), rue des Saints-Pères, n° 75.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.

Guenyveau (O ✠), rue Louis-le-Grand, n° 26.

Chéron ✠, rue de la Ferme-des-Mathurins, n° 6.

Ingénieur en chef, secrétaire du conseil.

Thirria ✠, rue de Tournon, n° 17.

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, président.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines.
Kermaingant (O ✻), inspecteur général des ponts et chaussées.
Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.
Lamé ✻, ing. en chef des mines, membre de l'Acad. des sciences
Mary ✻, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Bineau ✻, ingénieur en chef des mines.
Bélanger, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Regnault ✻, ing. des mines.
Combes ✻, ing. en ch. des mines, *secrétaire, rue de l'Ouest*, 24.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.

Cordier (C ✻), inspecteur général des mines.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Héricart de Thury (O ✻), inspecteur général des mines.
Berthier (O ✻), insp. gén. des mines, prof. à l'Éc. des mines.
Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.
Guenyveau (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Chéron ✻, inspecteur général adjoint des mines.
Dufrénoy (O ✻), ing. en ch. des mines, membre de l'Acad. des sciences, prof. à l'École des mines.
Élie de Beaumont (O ✻), ingénieur en chef des mines, membre de l'Ac. des sciences, prof. à l'École des mines.
Combes ✻, ing en ch. des mines, prof. à l'Ecole des mines.
Thirria ✻, ing. en ch. des mines, secr. du cons. gén. des mines.
Le Play ✻, ing. en ch. des mines, prof. à l'Ec. des mines.
De Cheppe (O ✻), maître des requêtes, chef de la division des mines.
De Boureuille ✻, ingénieur des mines, chef de la division des chemins de fer, *secrétaire, rue de l'Odéon*, 28.
Ebelmen, ingénieur des mines, *secrétaire adjoint*, *spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers*.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.

Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.
Thirria ✻, ing. en chef, secretaire du conseil général des mines.
De Cheppe (O ✻), chef de la division des mines.
Chevalier (Michel) (O ✻), conseiller d'État, ingénieur en chef des mines.
Le Play ✻, ing. en chef des mines, *secrétaire, rue de Belle-Chasse*, 10.

SERVICE ORDINAIRE.

DIVISION DU NORD-OUEST.

M. Chéron ✻, *inspecteur général adjoint.*

…efs-lieux …s arrondis- sements, et …sidences des ingénieurs en chef.	Ingénieurs en chef.	Départements composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	Chefs-lieux des sous- arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	Ingénieurs ordinaires.
…aen	Hérault ✻, 1 cl. dir.	Calvados. Manche.	Caen.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Orne. Mayenne. Sarthe.	Le Mans.	Piérard, asp.
…antes	Lorieux ✻, 2 cl.	Loire-Inférieure. Morbihan.	Nantes.	Audibert, asp.
		Ille-et-Vilaine. Côtes-du-Nord. Finistère.	Rennes.	Durocher, 2 cl.

DIVISION DU NORD.

M. Héricart de Thury (O ✻), *inspecteur général*, 2 cl.

…aen	Hérault ✻, dir. d. n. De St-Léger ✻, 2 cl.	Seine-Inférieure. Eure. Eure-et-Loir.	Rouen.	*Service fait par M. de Saint-Léger.*
…aris.	Juncker ✻, 1 cl.	Seine.	Paris.	Le Châtelier, 2 cl. De Fourcy, 2 cl.
	Poirier-St- Brice ✻, 2 cl.	Seine-et-Oise. Loiret.	Versailles.	Couche, 2 cl.
		Seine-et-Marne.	Paris.	Le Cocq, 2 cl.
…ouai	Blavier, 2 cl.	Nord, moins les arr. de Valenciennes et de Douai.	Lille.	Comte, 2 cl.
		Nord. — Territoires houillers des arr. de Douai et de Valenciennes.	Douai.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Pas-de-Calais.	Arras.	Dusouich, 2 cl.
…miens. . . .	Lefebvre ✻, 2 cl.	Somme.	Amiens.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Aisne. Oise.	Beauvais.	Sentis, 2 cl.

SERVICE ORDINAIRE.

CHEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
		DIVISION DU NORD-EST.		
		M. Garnier (O ✱), *inspecteur général*, 2 cl.		
Troyes. . . .	Garé, 2 cl.	Ardennes. Meuse.	Mézières.	Sauvage, 2 cl.
		Marne. Aube. Yonne.	Troyes.	*Service fait par l'ing. en chef.*
Nancy	Levallois ✱, 1 cl.	Meurthe. Moselle.	Metz.	Reverchon, 1 cl.
Strasbourg. .	De Billy ✱, 2 cl.	Bas-Rhin.	Strasbourg.	Daubrée, 2 cl.
		Vosges. Haut-Rhin.	Colmar.	Furiet, asp.
		DIVISION DE L'OUEST.		
		M. Berthier (O ✱), *inspecteur général.*, 2 cl.		
Guéret	Forgaud ✱, 1 cl.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Infér.	Guéret.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre.	Tours.	Segey, 1 cl.
Nantes	Lorieux ✱, d. d.	Vendée. Deux-Sèvres. Maine-et-Loire.	Angers.	Cacarrié, asp.

SERVICE ORDINAIRE.

CHEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
		DIVISION DU CENTRE.		
		M. Migneron (O ✻), *inspecteur général*, 1 cl.		
t-Étienne . .	Delsé. 1re ✻, 1 cl.	Loire, moins Rive-de-Gier.	Saint-Étienne.	Moevus, 2 cl.
		Loire. — Territoire houiller de Rive-de-Gier y compris la concession de Saint-Chamond.	Rive-de-Gier.	Meugy, asp.
		Rhône.	Lyon.	Pigeon, 2 cl.
lermont. . .	Burdin ✻, 1 cl.	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.	Clermont.	Baudin, 1 cl.
		Cher. Nièvre. Allier.	Moulins.	Boulanger, 2 cl.
		DIVISION DE L'EST.		
		M. Gueneveau (O ✻), *inspecteur général adjoint.*		
soul	.	Haute-Saône. Haute-Marne. Côte-d'Or.	Vesoul. Chaumont. Dijon.	Drouot, 1 cl. Guillot-Duhamel, 1 cl. Guillebot de Nerville, 2 cl.
âcon	Manès ✻, 2 cl.	Saône-et-Loire. Ain.	Mâcon.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Doubs. Jura.	Besançon.	Boyé, 2 cl.

SERVICE ORDINAIRE.

CHEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
		DIVISION DU SUD-OUEST.		
		M. Cordier (C ✻), *inspecteur général*, 1 cl.		
Périgueux . .	Marrot ✻, 2 cl.	Lot-et-Garonne. Dordogne. Corrèze.	Périgueux.	Boudousquié ✻, 1 cl.
		Lot. Aveyron.	Villefranche.	Senez, 1 cl.
Toulouse. . .	Vène, 2 cl.	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.	Toulouse.	de Boucheporn, 2 cl.
		Ariége.	Vicdessos.	Dupont, asp.
Bordeaux. . .	»	Gironde.	Bordeaux.	*Service fait par l'ing. en chef.*
		Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.	Mont-de-Marsan.	Jacquot (A.-E.), asp.
		DIVISION DU SUD-EST.		
		M. de Bonnard (O ✻), *inspecteur général*, 1 cl.		
Grenoble. . .	Guenyveau (O ✻), 1 cl.	Bouches-du-Rhône. Var. Corse.	Marseille.	Diday, 2 cl.
		Vaucluse. Basses-Alpes. Drôme.	Avignon.	Meissonnier, asp.
		Isère. Hautes-Alpes.	Grenoble.	Gras ✻, 1 cl.
Alais	Thibaud ✻, 2 cl.	Ardèche. Lozère. Gard.	Alais.	Lefrançois, asp.
		Hérault.	Montpellier.	Garella ✻, 1 cl.
		Aude. Pyrénées-Orient.	Carcassonne.	Ville, cl. h. de [illegible]

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Service central de la partie métallurgique et de l'exploitation des chemins de fer.

MM.

Bineau ✻,	ing. en chef, 2 cl. d. n.	Paris.

Carrières de Paris et du département de la Seine.

Juncker ✻,	ing. en chef, 1 cl. d. n. (insp. gén.).	Paris.
Lechâtelier,	ing. ord, 2 cl. d. n. (insp. part.).	
De Fourcy,	ing. ord., 2 cl. d. n. (insp. part.).	

Surveillance des machines à vapeur dans le département de la Seine.

Combes ✻,	ing. en chef, 2 cl. d. n.	Paris.
De Sénarmont,	ing. ord. 1 cl.	

Appareils à vapeur.

Moisson-Desroches,	ing. en chef, 1 cl., chargé de coordonner, pour les publications annuelles, les documents statistiques transmis à l'administration relativement aux appareils à vapeur.	Paris.

Topographie du bassin houiller d'Aubin (Aveyron).

Senes,	ing. ord., 1 cl. d. n.	Villefranche.

Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun (Saône-et-Loire).

Manès ✻,	ing. en chef, 2 cl. d. n.	Mâcon.

Service métallurgique du chemin de fer de Montpellier à Nîmes.

Garella ✻,	ing. ord. 1 cl. d. n.	Montpellier.

Étude des terrains houillers des environs d'Ahun et des environs de Bourganeuf (Creuse).

MM.		
FURGAUD ⚜,	ing. en chef, 1 cl. d. n.	Guéret.

Travaux de consolidation des carrières sous la ville de Fécamp (Seine-Inférieure).

HÉRAULT ⚜,	ing. en chef directeur. d. n.	Caen.
DE ST-LÉGER ⚜,	ing. en chef, 2 cl. d. n.	Rouen.
Harlé,	ing. ord., 2 cl.	Fécamp.

Ingénieur attaché au département de la guerre. (Explorations géologiques en Algérie.)

Fournel ⚜,	ing. ord. 1 cl.	Alger.

Ingénieur attaché au département de l'agriculture et du commerce. (Eaux thermales.)

François ⚜,	ing. ord. 2 cl.	Carcassonne.

Ingénieurs attachés à l'École Polytechnique.

LAMÉ ⚜,	ing. en chef, 2 cl. d.n. (professeur).	Paris.
Regnault ⚜,	ing. ord., 2 cl. d. n. (professeur).	Paris.
Transon,	ing. ord., 2 cl. (répétiteur).	Paris.
Ebelmen,	ing. ord., 2 cl. d.n. (répétiteur).	Paris.
Delaunay,	ing. ord., 2 cl. (répétiteur).	Paris.

Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.

BRONGNIART (O ⚜),	ing. en ch., 1 cl. (administrateur).	Sèvres.

Établissement de Decazeville.

Declerck,	ing. ord., 2 cl.	Decazeville.

Mines de Poullaouen et de Huelgoat (Finistère).

Piot.	aspirant.	Poullaouen.

Carte géologique générale de la France.

M. Dufrénoy (O ✻), ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie occidentale.

M. Élie de Beaumont (O ✻), ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.	Départements.	Ingénieurs
	MM.		MM.
Allier.	Boulanger.	Loiret.	Lefébure de Fourcy.
Ardèche.	Varin.	Lot.	Senez.
Ariége.	François.	Maine-et-Loire.	Cacarrié.
Aude.	Vène.	Marne (Haute-).	Duhamel.
Aveyron.	Senez.	Meurthe.	Levallois.
Cantal.	Baudin.	Morbihan.	Lefébure de Fourcy
Charente.	Marrot.	Moselle.	Reverchon.
Corrèze.	De Boucheporn.	Pas-de-Calais.	Dusouich.
Côtes-du-Nord.	Lefébure de Fourcy.	Puy de-Dôme.	Baudin.
Dordogne.	Marrot.	Pyrénées (Hautes-).	Vène.
Doubs.	Boyé.	Rhin (Bas-).	Daubrée.
Garonne (Haute-).	François.	Seine-et-Marne.	De Sénarmont.
Gironde.	Pigeon.	Seine-et-Oise.	De Sénarmont.
Ille-et-Vilaine.	Durocher.	Sèvres (Deux-).	Cacarrié.
Indre.	Sagey.	Tarn.	De Boucheporn.
Loire.	Gruner.	Var.	De Villeneuve.
Loire-Inférieure.	Durocher.	Vosges.	De Billy.

Ingénieurs en service hors de France.

MM.

Lambert (C.-J.). ing. ord., 2 cl. (Égypte.)
Dissande-Monlevade, aspirant. (Brésil.)
De Marignac, élève hors de concours. (Suisse.)
Hulot d'Osery, *Id.* (Amérique du Sud.)

Ingénieurs en réserve ou en congé.

MM.	
Clapeyron ✻,	ing. en ch., 2 cl.
Varin,	ing. en ch., 2 cl.
Parrot,	ing. ord., 1 cl.
Gervoy ✻,	ing. ord., 1 cl.
De Villeneuve ✻,	ing. ord., 1 cl.
Delaplanche,	ing. ord., 2 cl.
Martha Becker,	ing ord., 2 cl.
Reynaud,	ing. ord., 2 cl.
De Lamotte,	ing. ord., 2 cl.
De Hennezel,	ing. ord , 2 cl.
Châtelus,	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.-E.), élève.	

École des mines.

Rue d'Enfer, n° 34, *hôtel Vendôme.*

Professeurs.

MM.

Dufrénoy (O ✱), ing. en chef, 1 cl., d. n. (Minéralogie). Inspecteur des études et secrétaire du conseil de l'École.
Élie de Beaumont (O ✱), ing. en chef, 1 cl., d. n. (Géologie).
Berthier (O ✱), insp. gén., d. n. (Docimasie), chef du laboratoire.
Combes ✱, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Exploitation).
Leplay ✱, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Minéralurgie).
Ebelmen, ing. ord., 2 cl., d. n., adjoint au profess. de Docimasie.
Girard ✱, profess. de dessin et de géométrie descript. appliquée.

Collections.

Dufrénoy (O ✱), d. n., conservateur.
Le Cocq, ing. ord 2 cl., d. n. } adjoints au conservateur.
Delesse, asp. }
Adelmann, gardien des collections.
Micheleau, gardien de la bibliothèque.
Vacher, idem.
Bertrand, surnuméraire.
Pierre, aide du laboratoire.
Lacroix ✱, médecin-chirurgien.

Élèves hors de concours.

1er juin 1843.

Ville.
Gentil.
Hulot d'Osery.

Élèves présents à l'École des mines.

1re classe.

Debette.
Bertera.
Bayle.
Reuss.
De Chancourtois.
Dubocq.
Jacquot (Pierre).
Bertrand.
Renouf.

2e classe.

Bossey.
Rivot.
Phillips.
Grenier.
Houpeurt.

École des mineurs de Saint-Étienne (*Loire*).

MM.

Roussel-Galle ✱, ing. en chef, 1 cl. Directeur de l'école.

Professeurs.

Fénéon, ing. en chef, 2 cl. (Minéralogie et Géologie).
Gruner, ing. ord., 1 cl. (Chimie et Métallurgie).
Callon, ing. ord., 2 cl. (Prép. mécan., et mach., exploit., et const.)
Janicot, répétiteur de chimie, préparateur (Arith. et comptab.).
Duhaut, répétiteur, 1er surveillant des études (Géométrie, leve de plans et dessin).
Ponteau, répétiteur, 2e surveillant.

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE, DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ.

Inspecteurs généraux de 1re classe.

27 avril 1832.

Cordier (C ✠).

14 septembre 1835.

De Bonnard (O ✠).

20 mai 1840.

Migneron (O ✠).

Inspecteurs généraux de 2e classe.

16 mai 1834.

Héricart-Ferrand de Thury (O ✠).

22 décembre 1836.

Berthier (O ✠).

8 août 1840.

Garnier (O ✠).

Inspecteurs généraux adjoints.

26 mai 1840.

Guenyveau (O ✠).

6 décembre 1840.

Chéron ✠.

Ingénieurs en chef de 1re classe.

2 août 1828.

Brongniart (O ✠).

1er mai 1831.

Hérault ✠.

1er novembre 1833.

Furgaud ✠.

26 décembre 1836.

Gueymard (O ✠).
Roussel-Galle ✠.
Delsériès ✠.

26 janvier 1839.

Dufrénoy (O ✵).
Elie de Beaumont (O ✵).
Burdin ✵.

5 mai 1840.

Levallois ✵.

10 mai 1841.

Juncker ✵.

11 mars 1842.

Moisson-Desroches.
Thirria ✵.

Ingénieurs en chef de 2e classe.

22 décembre 1836.

Gabé.
Poirier Saint-Brice ✵.
Lefebvre ✵.
Thibaud ✵.
Lamé ✵.
Combes ✵.

21 septembre 1837.

Clapeyron ✵.

25 janvier 1839.

Manès ✵.
Marrot ✵.

15 juillet 1839.

Lorieux ✵.

7 mai 1840.

Blavier.
Fénéon.
De Billy ✵.

29 juillet 1840.

Bineau ✵.
Le Play ✵.

9 décembre 1840.

Chevalier (Michel) (O ✵).

18 mars 1842.

De Saint-Léger ✵.
Varin.

1er mai 1843.

Vène.

Ingénieurs ordinaires de 1re classe.

27 avril 1832.

Parrot.

26 décembre 1836.

Fournel ✵.
Guillot-Duhamel.
De Villeneuve ✵.

12 mars 1838.

Drouot.

12 mai 1838.

Sagey.
Gras ✻.
Gervoy ✻.
Reverchon.
Garella ✻.
De Boureuille ✻.

10 janvier 1840.

Baudin.

10 mai 1841.

Boudousquié ✻.
De Sénarmont.
Gruner.
Senez.

Ingénieurs ordinaires de 2e classe.

2 juillet 1828.

Delaplanche.

6 mai 1829.

Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Reynaud.
Transon.

1er novembre 1833.

De Hennezel.
Vergnette de Lamotte.

14 septembre 1835.

Harlé.

29 juin 1836.

Boulanger.
Martha-Becker.
Le Cocq.
François ✻.

9 janvier 1837.

Lefébure de Fourcy.
Dusouich.
Diday.

5 septembre 1837.

Mœvus.

9 octobre 1837.

Regnault ✻.

5 mars 1838.

Châtelus.

30 janvier 1839.

Ebelmen.
Declerck.
Sauvage.

7 mai 1840.

Bertrand de Boucheporn.	Pigeon.
Daubrée.	

23 mai 1841.

Sentis.	Lechâtelier.
Callon.	

18 mars 1842.

Couche.	Comte.

25 juin 1843.

Durocher.	Boyé.
Guillebot de Nerville.	Delaunay.

Aspirants-Ingénieurs.

1er avril 1817.

Dissande-Monlevade.

14 novembre 1842.

Cacarrié.	Piérard.
Piot.	

19 juin 1843.

Audibert.	Dupont.
Jacquot (A.-E.).	Meugy.
Delesse.	Furiet.
Lefrançois.	Meissonnier.
Descottes.	



Retraites.

M. Allou,	ing. en chef, 2 cl.	1er juillet 1843.

Décès.

Rozière (de),	insp. div. honor. en retraite.	4 nov. 1842.
Puvis,	ing. en chef en retraite.	févr. 1843.
Cachon,	élève hors de concours.	mai 1843.

Liste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

Audibert, asp., arr. de Nantes.

B

Baudin, O., 1 cl., arr. de Clermont.
Bayle, élève de 1 cl.
Beaumont (Élie de) (O ✱), ing. en chef, 1 cl. École des mines.
Bertera, élève de 1 cl.
Berthier (O ✱), insp. gén., 2 cl. École des mines.
Bertrand de Boucheporn, O., 2 cl. arr. de Toulouse.
Bertrand, élève de 1 cl.
Billy (de) ✱, ing. en chef, 2 cl. à de Strasbourg.
Bineau ✱, ing. en chef, 2 cl. S. ex.
Blavier (Éd.), ing. en chef, 2 cl. arr. de Douai.
Bonnard (de) (O ✱), insp. gén., 1 cl.
Bossey, élève de 1 cl.
Boucheporn (de) (V. Bertrand).
Boudousquié ✱, O., 1 cl., arr. de Périgueux.
Boulanger, O., 2 cl., arr. de Clermont.
Boureuille (de) ✱, O., 1 cl., administration centrale et commission des Annales des mines.
Boyé, O., 2 cl., arr. de Besançon.
Brongniart (O ✱), ing. en ch. 1 cl. Manuf. de Sèvres.
Burdin ✱, ing. en chef, 1 cl., arr. de Clermont.

C

Cacarrié, asp., arr. de Nantes.
Callon, O., 2 cl. École des mineurs de Saint-Étienne.
Chancourtois (de), élève de 1 cl.
Châtelus, O., 2 cl., réserve.
Chéron ✱, insp. gén. adj.
Chevalier (Michel) (O ✱), ing. en chef, 2 cl., commission de statistique de l'industrie minérale.
Clapeyron, ✱, ing. en chef, 2 cl., congé.
Combes ✱, ing. en chef, 2 cl. École des mines, et service spécial des machines à vapeur.
Comte, O., 2 cl., arr. de Douai.
Cordier (C ✱), insp. gén., 1 cl.
Couche, O., 2 cl, arr. de Paris.

D

Daubrée, O., 2 cl., arr. de Strasbourg.
Debette, élève de 1 cl.
Declerck, O., 2 cl., serv. part.
De La Motte (V. Vergnette).
Delaplanche, O., 2 cl., en réserve.
Delaunay, O., 2 cl. Éc. Polytechniq.
Delesse, asp., École des mines.
Delsériès ✱, ing. en chef, 1 cl., arr. de Saint-Étienne.
Descottes, asp.
Desroches (V. Moisson).
Diday, O., 2 cl., arr. de Grenoble.
Dissande-Monlevade, asp. (Brésil.)

E

F

G

H

J

L

Leplay ✻, ing. en chef, 2 cl., École des mines et commission de statist. de l'ind. minérale.

Levallois ✻, ing. en chef, 1 cl.,

Lorieux ✻, ing. ch., 2 cl., arr. de Nantes.

M

Manès ✻, ing. en ch., 2 cl., arr. de Mâcon et S. ex.

Marignac (Gallissard de), élève hors de concours. Congé.

Marrot ✻, ing. en ch., 2 cl., arr. de Périgueux.

Martha-Becker, O., 2 cl., en congé.

Meissonnier, asp., arr. de Grenoble.

Meugy, asp., arr. de St.-Étienne.

Migneron (O ✻), insp. gén. 1 cl.

Mœvus, O., 1 cl., arr. de Saint-Etienne.

Moisson-Desroches, ing. en ch., 1 cl., serv. ex.

Monlevade (V. Dissande-Monlevade).

N

Nerville (de) (V. Guillebot).

O

Osery (Hulot d'), élève hors de concours (Amérique du Sud).

P

Parrot, O., 1 cl., Réserve.

Phillips, élève de 2e cl.

Piérard, asp., arr de Caen.

Pigeon, O., 2 cl., arr. de Saint-Étienne.

Piot, asp., mines de Poullaouen.

Poirier Saint-Brice ✻, ing. en ch., 2 cl., arr. de Paris.

R

Regnault ✻, O., 2 cl. École Polytechnique.

Renouf, élève de 1 cl.

Reuss, élève de 1 cl.

Reverchon, O., 1 cl., arr. de Nancy.

Reynaud, O., 2 cl. Congé.

Rivot, élève de 2 cl.

Roussel-Galle ✻, ing. en ch., 2 cl. Éc. des mineurs de St-Étienne.

S

Sagey, O., 1 cl., arr. de Guéret.

Saint-Brice (V. Poirier).

Saint-Léger (de) ✻, ing. en chef, 2 cl., arr. de Caen.

Sauvage, O., 2 cl., arr. de Troyes.

Sénarmont (Hureau de), O., 1 cl., service spécial des machines à vapeur.

Senez, O., 1 cl. arr. de Périgueux et S. ex.

Sentis, O., 2 cl., arr. d'Amiens.

T

Thibaud ✻, ing. en ch., 2 cl., arr. d'Alais.

Thirria ✻, ing. en chef, 1 cl., secr. du conseil gén. des mines.

Thury (de) (V. Héricart).

Transon, O., 2 cl. École Polytechnique.

V

Varin, ing. en ch., 2 cl., réserve.

Vène, ing. en ch., 2 cl., arr. de Toulouse.

Vergnette de Lamotte, O., 2 cl., réserve.

Ville, élève hors de concours, arr. d'Alais.

Villeneuve (de) ✻, O., 1 cl., réserve.

Ingénieurs de tout grade en retraite.

Noms.	Grades.	Résidences.	Départements.
Allou ✻	ing. en chef	Paris	Seine.
Baillet ✻	insp. gén. hon.	Abbeville	Somme.
Champeaux (de) ✻	ing. en chef	Autun	Saône-et-Loire.
Cressac (baron de) ✻	ing. en chef.	Poitiers	Vienne.
Duhamel ✻	insp. gén.	Évreux	Eure.
Le Boullenger	ing. ord.	Rive-de-Gier	Loire.
Trémery ✻	ing. en ch. dir.	Fontainebleau	Seine-et-Marne.
Villefosse (baron Héron de) O ✻	insp. gén.	Paris	Seine.

Veuves d'ingénieurs pensionnées.

Noms des veuves.	Noms et grades des maris.		Résidences.	Départements.
Desavanelle de Grandmaison.	Brochant de Villiers	insp. gén.	Paris	Seine.
Pléjot	Clère	ing. en chef	Douai	Nord.
Vintras	Collet-Descotils	ing. en chef	Paris	Seine.
Larges	De Gallois	ing. en chef	St-Étienne.	Loire.
Ory	Lelièvre	insp. gén.	Paris	Seine.
Grévin	Muthuon	ing. en chef	Lyon	Rhône.
Vignes de Puylaroque	D'Aubuisson	ing. en chef dir.	Toulouse	Hte-Garonne

GARDE-MINES.

État des garde-mines par divisions et arrondissements minéralogiques.

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDE-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
	DIVISION DU NORD-OUEST.		
Caen.	Mahowiecki, 3 cl.	Caen.	Calvados, serv. ordin.
	Huvé, 3 cl.	Sablé.	Sarthe, serv. ordin.
Nantes.	Lévy, 2 cl.	Nantes.	Loire-Infér. { Surveill. des bat. à vap.
	Barret de Besse, 4 cl.	La Ramé.	Tourbières.
	Lalouette (Aljoar), 4 cl.	Redon.	Ille-et-Vil., Morbihan, } serv. ordin.
	Canaly, 3 cl.	Vitré.	
	DIVISION DU NORD.		
Caen.	Slawecki, 3 cl.	Rouen.	Seine-Inf., { serv. ordin.
	Dunowski, 2 cl.	Fécamp.	Carrières de Fécamp.
Paris.	Jedlinski, 1 cl.	Paris.	Seine. . . { carte géol. de la France.
	Jullian, 2 cl.	Paris.	serv. des mach. à vapeur.
	Rosset, 2 cl.	Paris.	*idem.*
	Bougarel, 4 cl.	Paris.	*idem.*
	Woklin, 3 cl.	Mennecy.	Seine-et-Oise, serv. ordin.
	Noury, 2 cl.	Triel.	
	Laplanche, 3 cl.	Meaux.	Seine-et-Marne, serv. ordin.
Douai.	Vuillemin, 2 cl.	Valenciennes.	Nord, serv. ordin.
	DIVISION DU NORD-EST.		
Troyes.	Kienski, 3 cl.	Vouziers.	Ardennes, serv. ordin.
	Huppé, 3 cl.	St-Michiel.	Meuse, serv. ordin.
	Fragonard, 3 cl.	Reims.	Marne, serv. ordin.
	Manoury, 2 cl.	Troyes.	Aube, serv. ordin.
Nancy.	Aubrion, 3 cl.	Longwy.	Moselle, serv. ordin.
Strasbourg. . . .	Zawistowski, 1 cl.	Mulhouse.	Haut-Rhin, surv. des appareils à vap.
	DIVISION DE L'OUEST.		
Guéret.	Briotet, 3 cl.	Poitiers.	Vienne, serv. ordin.
	Roy, 3 cl.	Jarnac.	Charente, Charente-Inf. } serv. ordin.
Nantes.	Cherbonneau, 3 cl.	Saumur.	Maine-et-Loire, serv. ordin.
	Wolski, 2 cl.	Angers.	

État des garde-mines.

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDE-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
DIVISION DU CENTRE.			
St-Étienne. . . .	Koss, 2 cl.	St-Étienne.	Loire. topographie souterraine.
	Chevalier, 2 cl.	St-Étienne.	Loire. serv. ordin.
	Bayon ✻, 1 cl.	Rive-de-Gier.	Loire. serv. ordin.
	Vial, 2 cl.	Rive-de-Gier.	Loire. topographie souterraine.
	Blanpied, 2 cl.	Lyon.	Rhône, serv. des bateaux à vapeur.
Clermont.	Jusserand, 2 cl.	Brassac.	Puy-de-Dôme, serv. ordin.
	Ducas, 2 cl.	Bourges.	Cher, minières et établiss. métallurg.
	Machecourt, 3 cl.	Decize.	Nièvre, serv. ordin.
	Faugière, 4 cl.	La Charité.	Nièvre, serv. ordin.
DIVISION DE L'EST.			
Vesoul.	Paufert, 4 cl.	Vesoul.	Haute-Saône, serv. ordin.
	Mairet, 4 cl.	Gray.	Haute-Saône, serv. ordin.
	Garnier, 3 cl.	Chaumont.	Hte-Marne, minières et atel. de lavage.
	Ilnicki, 3 cl.	Vassy.	Hte-Marne, minières et atel. de lavage.
	Heuret, 4 cl.	Châtillon.	Côte-d'Or, serv. ordin.
	Tournois, 4 cl.	Dijon.	Côte-d'Or, serv. ordin.
Mâcon.	Tarnier, 2 cl.	Châlon.	Saône-et-Loire, serv. ordin.
DIVISION DU SUD-OUEST.			
Périgueux. . . .	Orlowski, 3 cl.	Agen.	Lot-et-Garonne, serv. des bat. à vap.
	Badynski, 1 cl.	Aubin.	Aveyron, serv. ordin.
DIVISION DU SUD-EST.			
Grenoble.	Grand, 2 cl.	Marseille.	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.
	Mercanton, 3 cl.	Latour-du-Pin.	Isère, serv. ord.
	Bernard (H.-G.), 3 cl.	Allevard.	Isère, serv. ord.
	Albert, 3 cl.	Briançon.	Hautes-Alpes, serv. ordin.
Alais.	Czyraskowski, 1 cl.	Alais.	Gard, serv. ordin.
	Bernard (A.), 2 cl.	Arles-sur-Tech.	Pyrénées-Orientales, serv. ordin.

Liste alphabétique des garde-mines.

A.

Albert, 3 cl., arr. de Grenoble.
Aubrion, 5 cl., arr. de Nancy.

B.

Badynski, 1 cl., arr. de Périgueux.
Barret de Besse, 4 cl., arrond. de Nantes.
Bayon ✱, 1 cl., arr. de Saint-Étienne.
Bernard (J.-M.-A.), 2 cl., arr. d'Alais.
Bernard (H.-G.), 3 cl., arr. de Grenoble.
Blanpied, 2 cl., arr. de St-Étienne.
Bougarel, 4 cl., arr. de Paris.
Briotet, 5 cl., arr. de Guéret.

C.

Canaly, 5 cl., arr. de Nantes.
Cherbonneau, 5 cl., arr. de Nantes.
Chevalier, 2 cl., arr. de St-Étienne.
Czyrszkowski, 1 cl., arr. d'Alais.

D.

Ducas, 2 cl., arr. de Clermont.
Dunowski, 2 cl., arr. de Caen.

F.

Faugière, 4 cl., arr. de Clermont.
Fragonard, 3 cl., arr. de Troyes.

G.

Garnier, 3 cl., arr. de Vesoul.
Grand, 2 cl., arr. de Grenoble.

H.

Heuret, 4 cl., arr. de Vesoul.
Huppé, 5 cl., arr. de Troyes.
Huvé, 3 cl., arr. de Caen.

I.

Ilnicki, 3 cl., arr. de Vesoul.

J.

Jedlinski, 1 cl., *carte géol.*, Paris.
Jullien, 2 cl., arr. de Paris.
Jusserand, 2 cl., arr. de Clermont.

K.

Kienski, 5 cl., arr. de Troyes.
Koss, 2 cl., arr. de St.-Étienne.

L.

Lalouette Aljoar, 4 cl., arr. de Nantes.
Laplanche, 3 cl., arr. de Paris.
Lévy, 3 cl., arr. de Nantes.

M.

Machecourt, 3 cl., arr. de Clermont.
Mairet, 4 cl., arr. de Vesoul.
Makowiecki, 3 cl., arr. de Caen.
Manoury, 3 cl., arr. de Troyes.
Mercanton, 3 cl., arr. de Grenoble.
Moklin, 3 cl., arr. de Paris.

N.

Noury, 3 cl., arr. de Paris.

O.

Orlowski, 3 cl., arr. de Périgueux.

P.

Paufert, 4 cl., arr. de Vesoul.

R.

Rosset, 2 cl., arr. de Paris.
Roy, 3 cl., arr. de Guéret.

S.

Slawecki, 3 cl., arr. de Caen.

T.

Tarnier, 2 cl., arr. de Mâcon.
Tournois, 4 cl., arr. de Vesoul.

V.

Vial, 2 cl., arr. de St.-Étienne.
Vuillemin, 1 cl., arr. de Douai.

W.

Wolski, 2 cl., arr. de Nantes.

Z.

Zawistowski, 1 cl., arr. de Strasbourg.

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE

Instituées pour la navigation des bateaux à vapeur (*).

Allier.

MM.		
Bérolle.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Moulins.
Pognon.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Deglaude.	*Idem.*	
Amar.	Professeur de mathémat. spéciales au collége royal de Moulins.	
Gaffarel.	Professeur de mathémat. élémentaires au même collége.	
Boulanger.	Ing. des mines.	
Pollard.	Inspecteur de la navigation.	

Bouches-du-Rhône.

De Villeneuve. . .	Ing. des mines.	Marseille.
Diday.	*Idem.*	
De Montricher. .	Ing. des ponts-et-chauss.	
Moissard.	Ing. de la marine.	
Durbec	Capitaine de port.	
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur.	
Fasquiné.	Construct. de machines à vapeur.	
Catelin.	Officier en ret. de la mar. royale.	
Barré.	Propriétaire de moulins à vapeur.	
Gallice.	Commandant du génie.	
Benet fils.	Armateur.	
Pierrugues.	Capitaine d'artillerie.	
Réguis.	Chef d'escadron d'artillerie.	
Souchère fils. . . .	Professeur de chimie.	
Demange.	Constructeur de machines.	
Toussaint.	Ingénieur des ponts-et-chaussées, f. f. d'ingénieur en chef.	

(*) Ces commissions sont établies en vertu de l'ordonnance royale du 23 mai 1843, relative aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées, sous la direction des préfets, d'inspecter ces bateaux, de s'assurer s'ils sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur ; si cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties, et s'il ne présente pas de probabilités d'effraction ou des détériorations dangereuses, etc.

Calvados (Voir *Seine-Inférieure*).

Charente-Inférieure.

MM.		
Hubert.	Direct. des constructions navales.	Rochefort.
Clarck.	Ing. des construct. navales.	
Cros.	*Idem.*	
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	La Rochelle.
Quilliard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Marchegay. . . .	*Idem.*	
Lepage aîné. . . .	Constructeur de navires.	

Corse.

Soleau.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Ajaccio.
Kuss.	Asp. ing. des ponts-et-chauss.	
Lapisse	Capitaine du génie.	
De Roussart. . . .	*Idem.*	
Vogin	Ing. des ponts-et-ch.	Bastia.
Heina.	Capitaine au corps royal du génie.	
Bonhomme. . . .	Capitaine d'artillerie.	
Sisco.	Architecte de la ville de Bastia.	

Côtes-du-Nord.

. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Gautier	Négociant.	
Josselin	Négociant.	

Dordogne.

. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bergerac.
Rennes.	Médecin.	
Sylvestre.	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Faugère fils. . . .	Avocat.	
Carré.	Pharmacien.	
Gounouilhou . . .	Horloger.	
Clouet fils.	Maître serrurier.	

Finistère.

Aumaître.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Andrieux (Aristide).		
Boyer	Architecte.	
Monier (Désiré). .	Mécanicien.	
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	
Fribourg.	Président de la chambre de comm.	

MM.		
Le Moyne.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Brest.
Simon.	Ancien ingénieur en retraite.	Brest.
Ronin.	Memb. du com. sup. d'instr. pr.	Brest.
Lévêque.	Ing. des constructions navales.	Brest.
Narjot.	Capitaine du génie.	Brest.

Gard.

Vinard.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Nismes.
Thibaud.	Ing. en ch. des mines.	Nismes.
Didion.	Ing en chef du chemin de fer de Montpellier à Nismes.	Nismes.
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nismes.	Nismes.
Vassas.	Ancien élève de l'École Polytech.	Nismes.
Granier.	Capitaine du génie en chef.	Nismes.
Dombre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Nismes.
Gastons-Vincens. .	Anc. capitaine d'artillerie.	Nismes.
Denis Benoist. . .	Exploit. des fond. et forges d'Alais.	Nismes.
Rousseau.	Ingénieur civil.	Nismes.
Bouchet aîné. . .	Mécanicien.	Nismes.
Tavernel.	Membre du cons. gén. du départ.	Beaucaire
De Chastellier. . .	*Idem.*	Beaucaire
Surrell.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Beaucaire
Hebert.	Anc. élève de l'Ecole Polytechniq.	Beaucaire
Laurent.	Architecte.	Beaucaire
Eug. de Labaume.	Lieut. col. au corps roy. d'ét.-maj.	Beaucaire
Sibour.	Maire, à Pont-St-Esprit.	Beaucaire
Clerc fils.	*Idem*, à Roquemaure.	Beaucaire

Gironde.

Deschamps. . . .	Ing. en chef des ponts-et-ch.	Bordeaux.
Magouty.	Pharmacien.	Bordeaux.
Malaure.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bordeaux.
Jaquemet.	*Idem.*	Bordeaux.
Cousin père. . . .	Maître de forges.	Bordeaux.
Bompar.	Capitaine de port.	Bordeaux.
Fol.	Direct. de la fonderie de Bacalan.	Bordeaux.
Coureau fils. . . .	Constructeur.	Bordeaux.
Tabuteau.	Ing. des ponts-et-chauss.	Bordeaux.
Alphand.	Asp. ing. *idem.*	Bordeaux.
Varin.	Ing. en chef des mines.	Bordeaux.
Chambrelent. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bordeaux.

Hérault.

Garella.	Ing. des mines.	Cette.
Virla.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Cette.
Reynaud.	Ingénieur civil.	Cette.
Monsservin. . . .	Armateur.	Cette.
Fournaire Laurent.	Négociant, anc. capitaine au long cours et armateur.	Cette.

Ille-et-Vilaine.

MM.		
Guichard.	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch.	Rennes.
Amaury-Dréo. . .	Négociant.	
Bohard.	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelet. . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille.	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	

Indre-et-Loire.

Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Tours.
Sagey.	Ing. des mines.	
Bellanger.	Ancien conseiller de préfecture.	
Jacquemin.	Architecte.	
Walwein	Maire de Tours.	
Borgnet.	Proviseur du coll. royal.	

Loire-Inférieure.

Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-ch.	Nantes.
Lorieux.	Ing. en chef des mines.	
De la Gournerie . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Audidert	Asp. ingénieur des mines.	
Bellanger	Capitaine de port.	
Leray	Constructeur de navires.	
Rossin.	Ing. des constructions navales.	
Arribault.	Ing. des ponts-et-chaussées.	

Loiret.

Floucaud.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Orléans
Lejeune.	Ing. en chef du canal latéral à la Loire.	
Lacave.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Germon-Douville.	Présid. de la chambre de comm.	
Petit.	Prof. de phys. au coll. d'Orléans.	
Weber.	Mécanicien.	
Delaistre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	

Lot-et-Garonne.

Job.	Ing. en chef des ponts-et-chauss. chargé du service du canal latéral à la Garonne et de la navig. de la Garonne.	
Commier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées du département.	
Couturier.	Ing. ordin. des ponts-et-chaussées attaché au serv. de la Garonne, à Agen.	
Baumgarten. . . .	Ing. ord. des ponts-et-chauss. attaché au can. lat. et à la Garonne.	Agen.
. . . .	Ing. ord. des ponts-et-chauss.	
De Sévin.	Voyer en chef du département.	
Bartayrès.	Professeur de mathématiques.	
De Cressonnière. .	Ancien élève de l'École Polytech.	
Marraud.	*Idem.*	
Alquié	Secrétaire général de la préfect.	
Col.	Chef de bureau. *Idem.*	

Maine-et-Loire.

Fourier.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Cacarrié.	Asp. ing. des mines.	
Bayan.	Inspecteur de l'Académie.	
Billard.	Négociant.	
Calabert.	Mécanicien.	Angers.
Honyau.	Ingénieur civil.	
Wolski.	Garde-mines.	
Jariez.	Maître des études à l'école des arts et métiers	
Rorrault.	Conducteur des ponts-et-chauss.	

Moselle.

Lejoindre	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Reverchon	Ing. des mines.	
De Pontbriant. . .	Ing. civil.	
Culmann.	Lieut. colon. d'artillerie.	
Plassiard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Metz.
Didion.	Capitaine d'artillerie.	
Glavet père. . . .	Constructeur de machines.	
Vandernoot. . . .	Architecte.	
Frécot	Ing. des ponts-et-chaussées.	

Nièvre.

Boucaumont. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Louische-Desfontaines.	Ing. en ch. du canal lat. à la Loire.	Nevers.
Dufaud père. . . .	Conseiller de préfecture.	
Bompois.	Propriétaire.	
Grefis.	Ing. mécanicien.	

Oise.

MM.

De Marcilly	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Compiègne.
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Accolet	Constructeur de bateaux.	
Beaurain	Inspect. de la navigation de l'Oise.	
Ouarnier	Maître du port.	
Le Prince, père	Ancien marinier.	
Mulochot	Inspect. des bât. de la couronne.	

Pas-de-Calais.

Marguet	Ing. en chef du port de Boulogne.	Boulogne.
Michelin	Sous-commissaire de marine.	
Pollet	Lieutenant de port.	
Henry	Architecte.	
Legris	Professeur d'hydrographie.	

Néhou	Ing. en chef du port de Calais.	Calais.
Quehen	Commissaire de marine.	
Margollé	Capitaine de port.	
Isaac l'aîné	Négociant.	
Darquer	Directeur d'usine à vapeur.	

Pyrénées (Basses-).

Durant	Ingén. des ponts-et-chauss.	Bayonne.
Pierre Lannes	Négociant.	
François Stein	Mécanicien.	
Duhart-Fauvet	Négociant.	
Descandes	Constructeur de navires.	
Jauréguiberry	Officier de port.	

Bas-Rhin.

Couturat	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy	Ing. en chef des mines.	
Schwilgué	Mécanicien.	
Persoz	Prof. à la faculté des sciences.	
Buch	Maître batelier.	
Coumes	Ing. des travaux du Rhin.	
Daubrée	Ing. des mines.	

Rhône.

MM.		
Cailloux.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Lyon.
O'Brien. . . . . ,	*Idem.*	
Montgolfier	Mécanicien.	
Tabareau.	Professeur à la Faculté des sc.	
Malmazet.	Adjoint au maire de Lyon.	
Gauthier.	Membre du conseil d'arr. de Lyon,	
Monmartin. . . .	Ancien officier du génie.	
Garella.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jordan.	*Idem.*	
Meynard.	*Idem.*	
Duverger.	*Idem.*	
Goux.	*Idem.*	
Pigeon.	Ingénieur des mines.	

Saône-et-Loire.

Manès.	Ing. en chef des mines.	Châlon.
Comoy.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Remise.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Boissenot.	Pharmacien.	
Bessy.	Chimiste.	

Seine.

Combes.	Ing. en chef des mines.	Paris.
Bineau.	Ing. en chef des mines.	
De Sénarmont. . .	Ing. des mines.	
Rohault.	Commiss. archit. de la préfecture.	
Bruzard.	Architecte.	
Dumoulin	Inspecteur général de la navigat.	

Seine-et-Marne.

Jousselin.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Melun.
Poirée.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Semane	Géomètre en chef du cadastre.	
Dupont	Architecte du département.	
Prévost.	Pharm. de la mais. cent. de Melun.	

Mondot.	Insp. de la navigation.	Montereau.
Lefèvre.	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Duhaut-Plessis. . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Tonnelier.	Médecin.	
Valette.	Direct. de la manufact. de faïence.	
Girault-Dabon. . .	Ancien serrurier-mécanicien.	

Seine-et-Oise.

MM.		
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Guy.	Ancien député, propriétaire.	St.-Germain-en-Laye.
Beauvalet.	Inspecteur de la navigation.	
De Breuvery. . . .	Anc. maire de St-Germain, propr.	
Marcus.	Docteur-médecin.	
Gigot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Chevallier.	Maire de la ville de Mantes.	
Tortel.	Juge suppléant au trib. de Mantes.	Mantes
Hernoux.	Conservateur des hypothèques.	
Dermarres.	Memb. du cons. mun. de Mantes.	
Grenet.	Ingén. des ponts-et-chaussées.	
Feray.	Membre du conseil général.	
Gaigneau.	Manufacturier à Essone.	Corbeil.
Darblay.	Manufacturier à Corbeil.	
Laroche.	Propriétaire.	

Seine-Inférieure.

Doyat.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
De Saint-Léger . .	Ing. en chef des mines.	
Adamoli.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Lepeuple	*Idem.*	
Legrand.	Capitaine de port.	
Malivoire	Inspecteur de la navigation.	Rouen.
Gueroult	Ex-constructeur de navires.	
Delérue.	Chef de division à la préfecture.	
Delafosse. . . .	Négociant.	
Claudel	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Renaud.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Chevallier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Le Havre (*).
Gachot	Directeur du port.	
Guérin.	Anc. capitaine au long cours.	
Méry.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Darbel.	Lieuten. de port.	
Buffard	Anc. officier de marine.	Dieppe.
Legal.	Anc. capitaine au long cours.	
Fanouilleret. . . .	Constructeur de navires.	

(*) La commission du Havre est instituée pour les bâtiments du Havre à Honfleur.

Somme.

Beaulieu.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Richard.	Commissaire de marine.	
Robert.	Professeur d'hydrographie.	
Delahaye.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Vasseur.	Lieutenant de port.	

Var.

Joffre.	Ingénieur de la marine.	Toulon.
Lambert.	Ing. des travaux hydrauliques.	
Dupuy-Delôme. .	Ingénieur de la marine.	
Tassy.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marchand.	Lieutenant de port.	
Gueit.	Architecte.	

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME III.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

CHIMIE.

Extraits de journaux. (Travaux de 1842.)

MÉTALLURGIE.

MECANIQUE. — EXPLOITATION.

ADMINISTRATION.

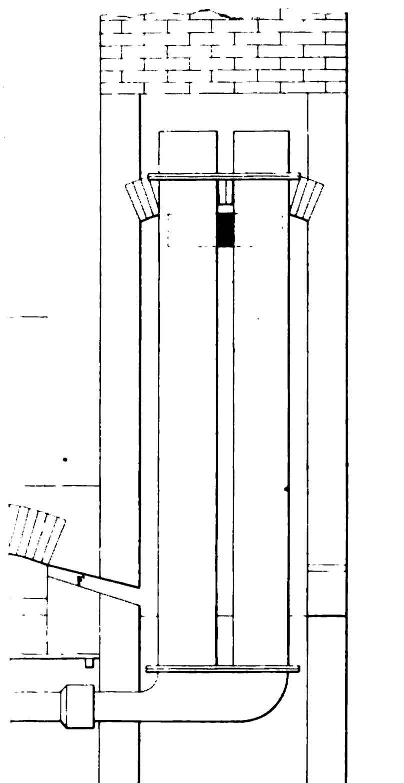
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

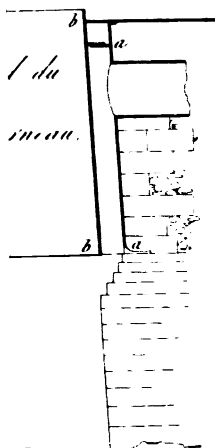
PLANCHES JOINTES AU TOME III.

(Voir l'explication détaillée des deux planches XII et XIII à la suite du mémoire, page 712).

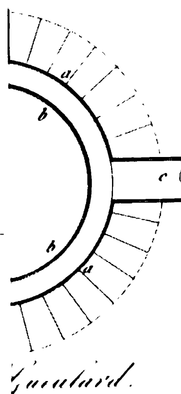
FIN DU TOME III.

...les gaz du haut fourneau

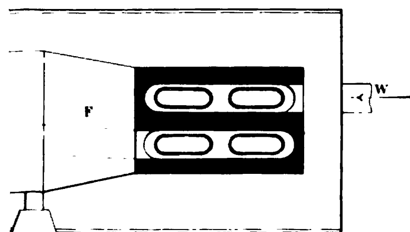




...l du
...rneau.



...Gueulard.



...et 5

5 6 7 pieds du Rhin.

...., 3.

4 5 6 pieds du Rhin

-terrains dans le

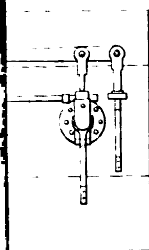
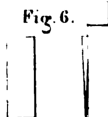


Fig. 6.

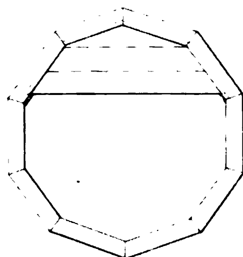
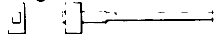
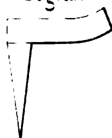
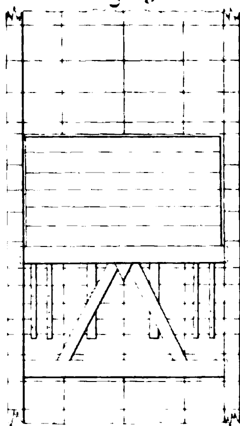
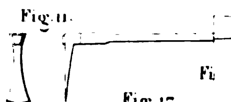
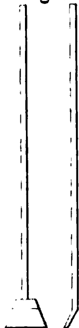
Fig. 7.

Fig. 29.


Fig. 13.
g. 5.


Fig. 10.
Fig. 11.
Fi

Fig. 17.
6.

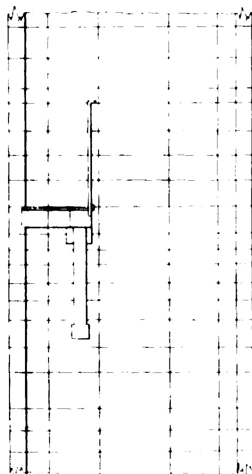
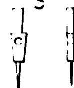
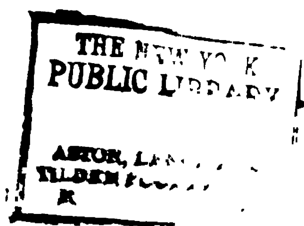
Fig. 18.


Fig. 24.

Fig. 26.

50 mètres

8 mètres

Adam sc.



...nins dans le nord de ...

Fig. 68.

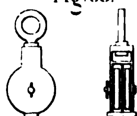


Fig. 69.

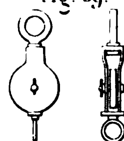


Fig. 71.

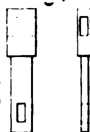
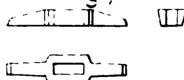


Fig. 72.



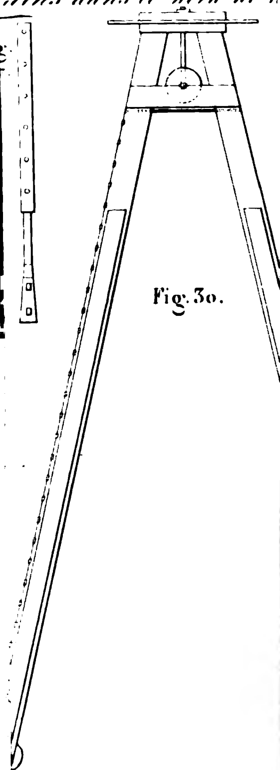
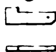


Fig. 30.

Fig. 79.



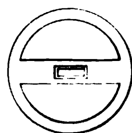


Fig. 80.

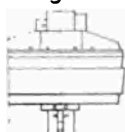


Fig. 75.

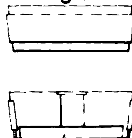
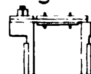


Fig. 81.



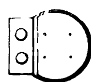


Fig. 40.

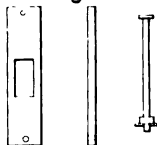
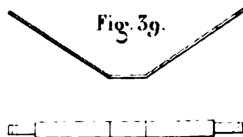


Fig. 39.



Echelle de la Fig. 30 de 0m01 pour

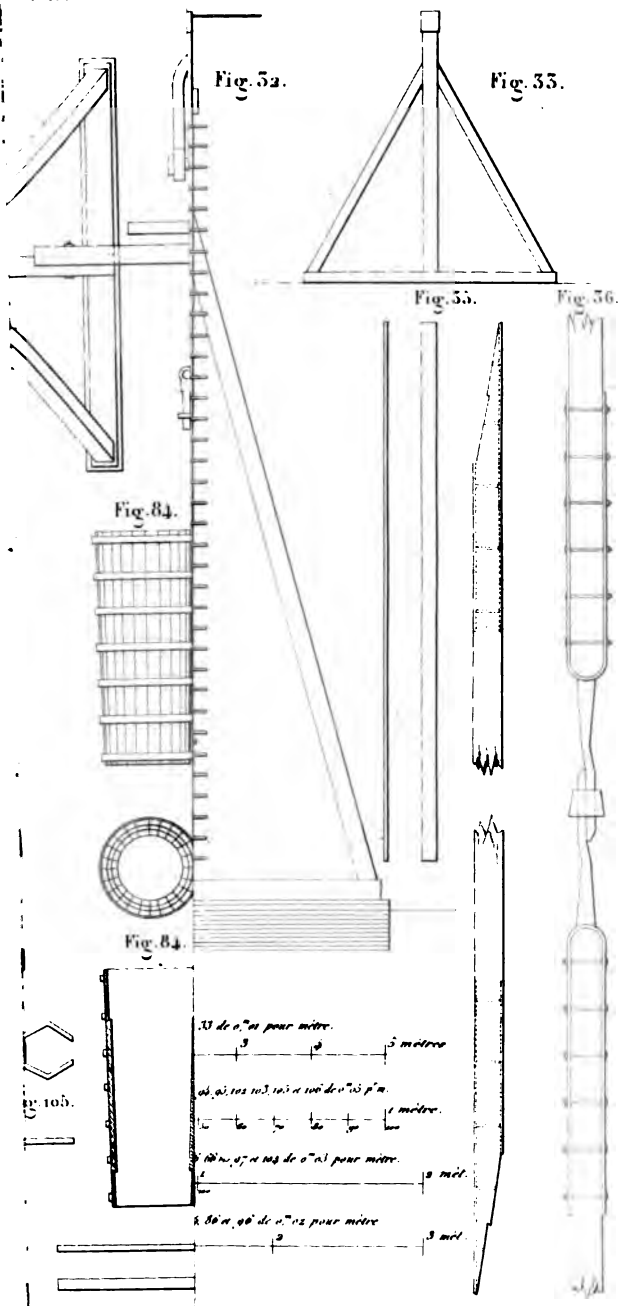
1 2 3

des Fig. 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47

1 2

40, 34, 35, 56, 57, 58, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76

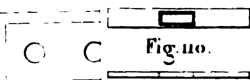
Adam sc.



...s dans le nord
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 84.
Fig. 84.
...g. 105.
...33 de 0m.02 pour mètre.
3 mètres
1 mètre.
2 mèt.
3 mèt.

Adam sc.

EX



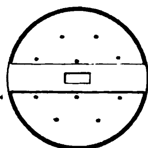
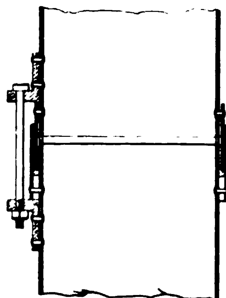
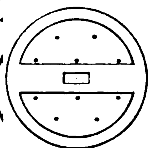


Fig. 110.





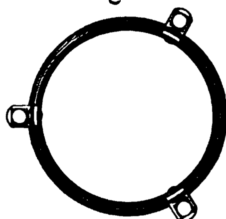
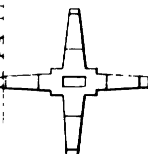


Fig. 118.



.111.



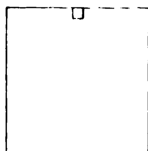


Fig. 113.





Fig. 115.

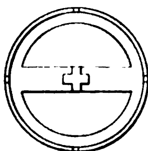
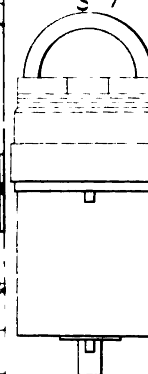
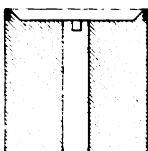


Fig. 117.





Adam sc.

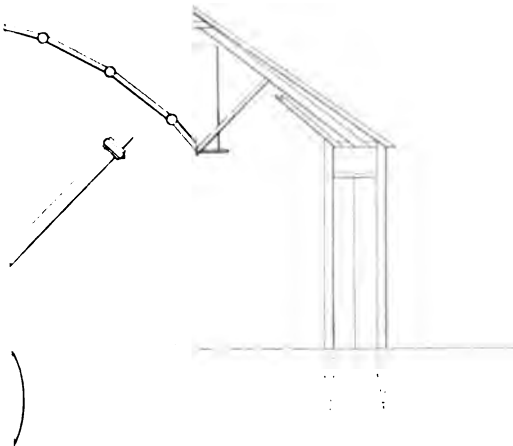
...erts-terrains du
...ntérement des

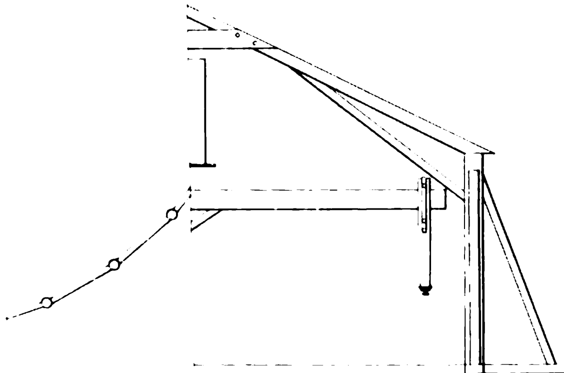
Fig. 123.





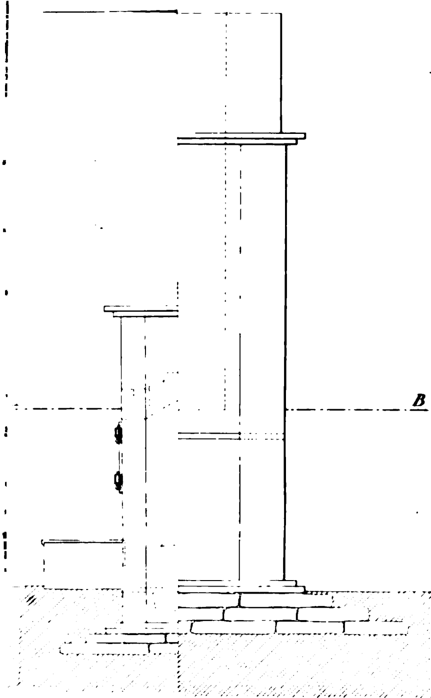
Fig. 127.



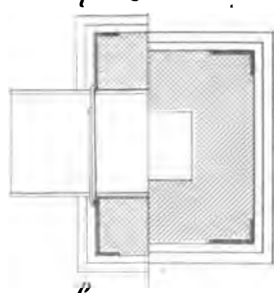


Adam sc.

[...] Four à l[...]



Fig[...]nt la ligne A B.



Echelle d[...]

Lemaitre sc.

...les gaz com...

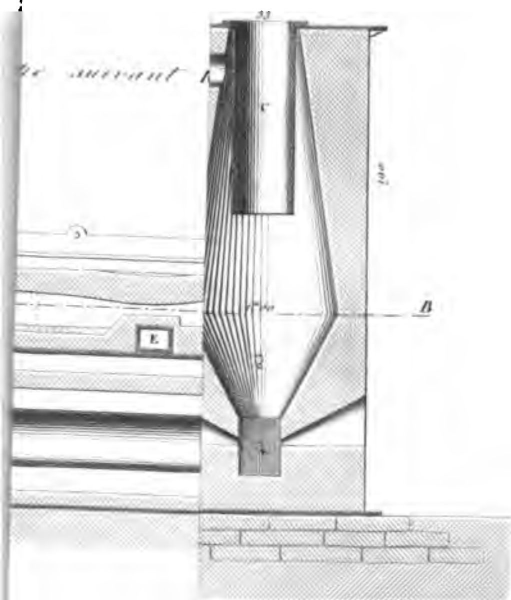
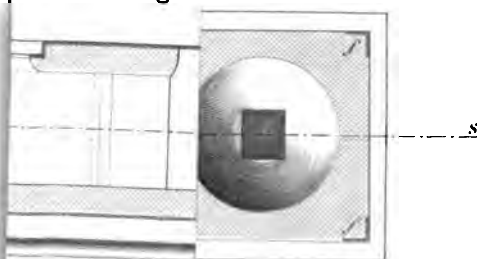
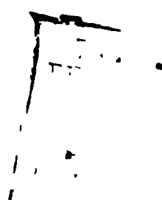


Fig. 2.



Lemaître sc.



...es gaz com...

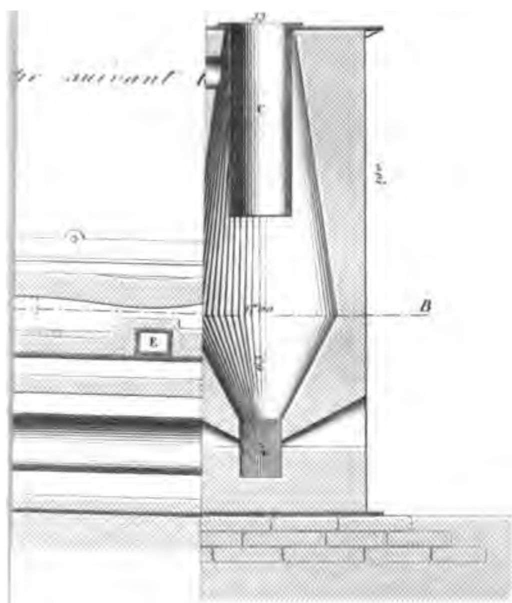
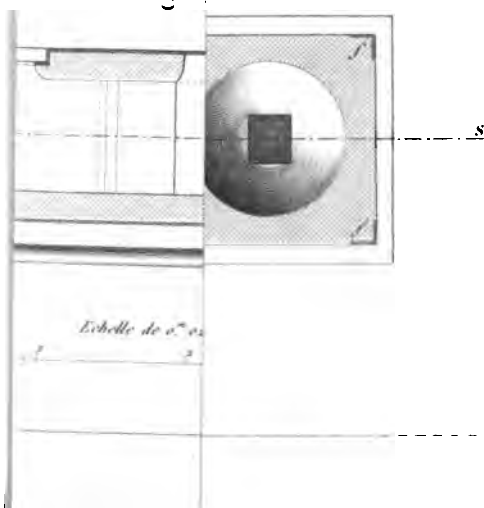
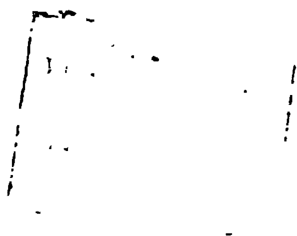


Fig. 2.





dans le nord

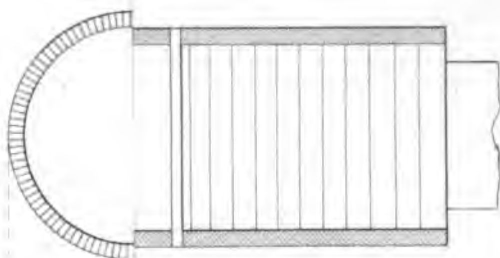
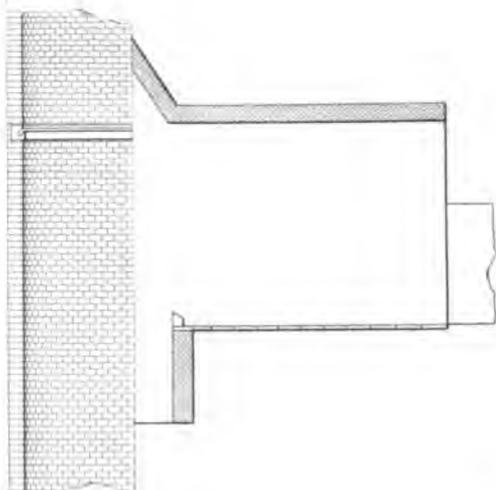


Fig. 22.



Echelle des Fig. 1, 2, 16, 17, 18, 19, 20.

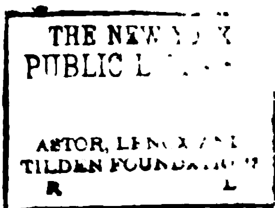
0 1 2 3 mètres.

des Fig. 9, 10, 11.

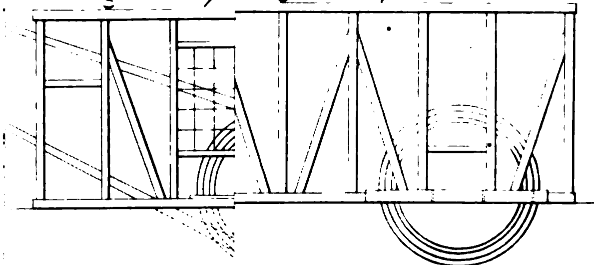
5 10 mètres.

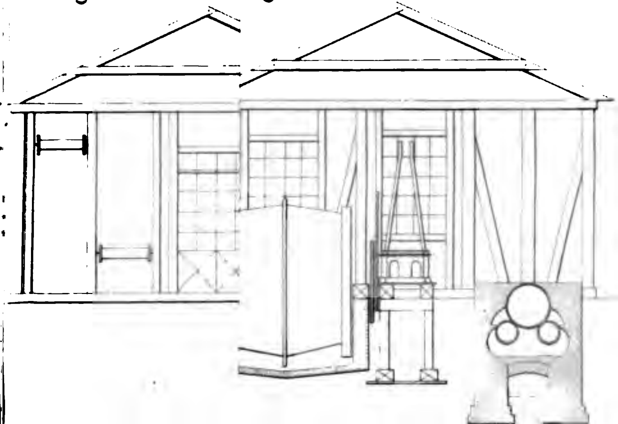
6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24.

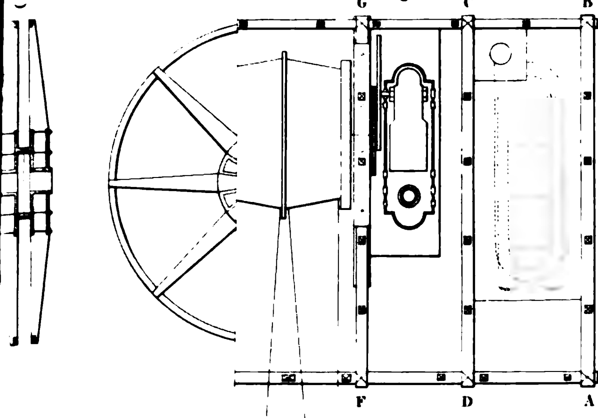
3 4 5 mètres.



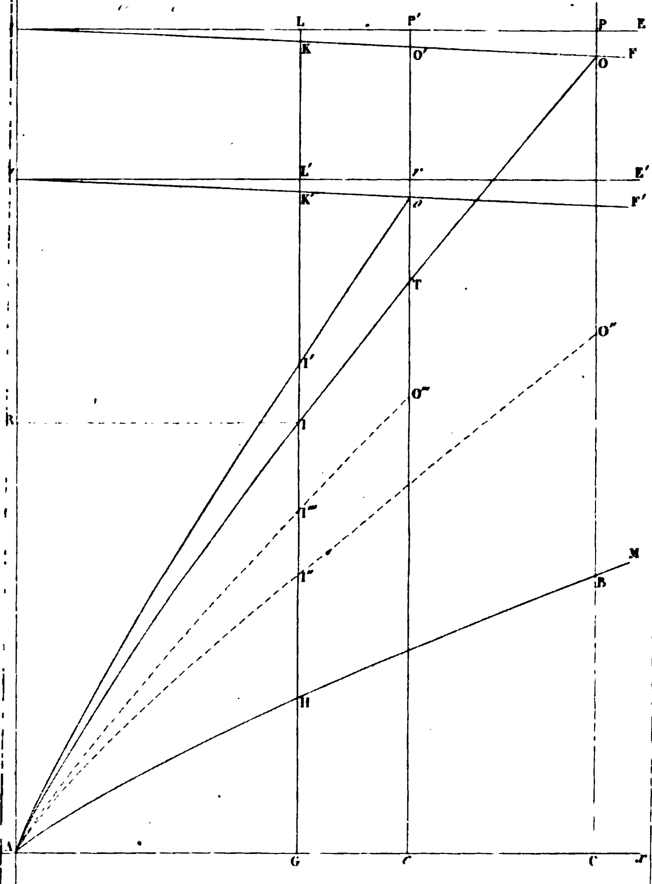
...ts de mine da...

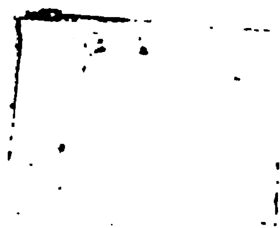


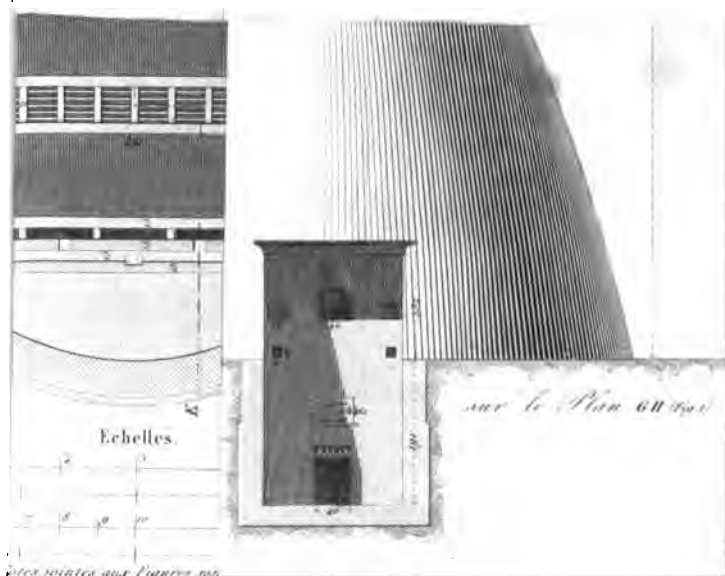




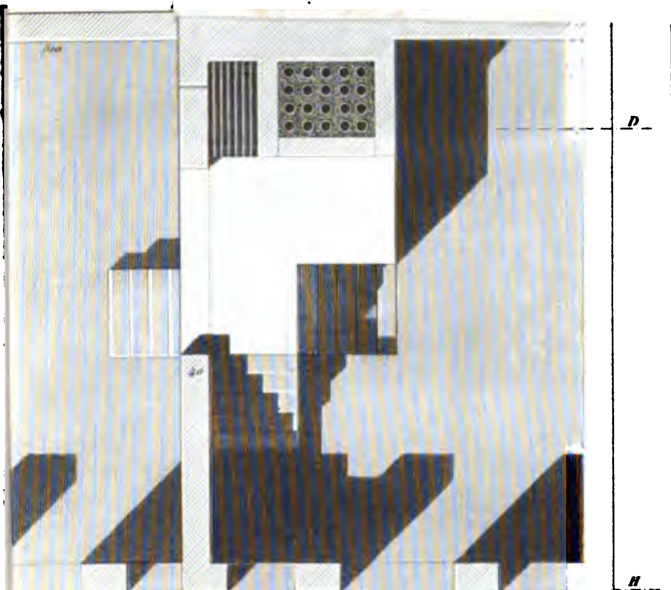
Gravé par Adam et Lemaître


Jaugeage des Puits artésiens.
L
P'
P
E
K
O'
O
F
L'
p
E'
K'
o
F'
T
O"
I'
O'''
R
I
I'''
I"
M
B
H
A
G
c
C
x

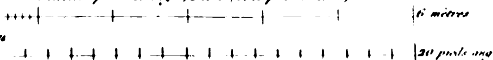




Lemaitre sc.

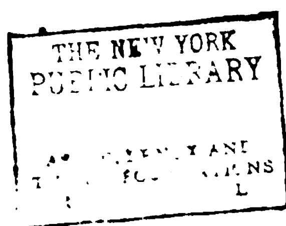


ig. 1. Coupe ho. suivant le Plan EF (Fig. 2 et 3)



...s Cotes jointes aux Figu...

Lemaitre sc.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY